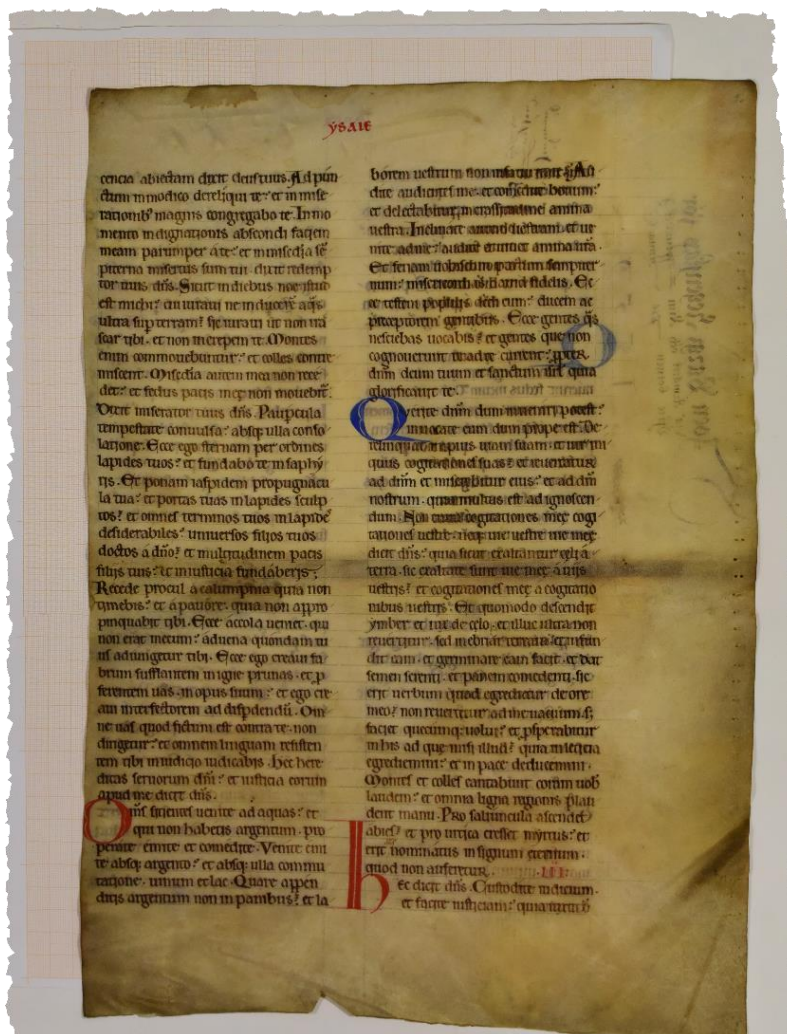


# Neliömassa pergamentin laadun tutkimuksen välineenä

Metodologinen kokeilu Kansalliskirjaston *Fragmenta  
membranea* -kokoelman raamattufragmenteilla



Tia Niemelä  
Pro gradu -tutkielma  
Arkeologia  
Humanistinen tiedekunta  
Helsingin yliopisto  
Marraskuu 2020



Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty		
Humanistinen tiedekunta		
Tekijä – Författare – Author		
Tia Niemelä		
Työn nimi – Arbetets titel – Title		
Neliömassa pergamentin laadun tutkimuksen välineenä – Metodologinen kokeilu Kansalliskirjaston <i>Fragmenta membranea</i> -kokoelman raamattufragmenteilla		
Oppiaine – Läroämne – Subject		
Arkeologia		
Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä– Sidoantal – Number of pages
Pro gradu	Marraskuu 2020	47 + Liittet
Tiivistelmä – Referat – Abstract		
<p>Tutkielmassa kehitettiin sekä testattiin uutta menetelmää Kansalliskirjaston <i>Fragmenta membranea</i> -kokoelman pergamentista valmistettuihin raamattufragmentteihin. Näitä fragmentteja on yhteensä viidestäkymmenestäkolmesta rekonstruoidusta keskiaikaisesta Raamatusta, ja ne sisältävät vähimmillään yhden lehden ja enimmillään jopa 80 lehteä. Aineisto koostui neljästäkymmenestäseitsemästä rekonstruoidusta kirjasta sekä kahdeksastakymmenestäyhdeksästä lehdestä tai kaksoislehdestä. Aineistoon kuului sekä glossattuja että ilman glossaa olevia Raamattuja. Glossatut Raamatut edustavat kaupungeissa yliopisto-opiskelijoiden tarpeisiin tehtyjä kirjoja ja niiden ajoitukset painottuvat aineiston myöhäisempään päähän. Varhaisemmat Raamatut valmistettiin puolestaan pääosin luostareissa.</p> <p>Kehitetyllä menetelmällä pergamenttifragmentin neliömassa (<math>\text{g/m}^2</math>) eli massan (g) suhde määrään (<math>\text{m}^2</math>) voidaan luotettavasti laskea kajoamatta destruktiivisesti itse tutkimusaineistoon. Neliömassaa käytetään paperiteollisuudessa tarkasteltaessa paperin ja pahvin paksuutta. Laskettuja neliömassa-arvoja puolestaan voidaan verrata toisiinsa, mikä mahdollistaa pergamenttifragmenttien välisen laadun vertailun.</p> <p>Aiemman pergamenttifragmentteihin kohdistuneen tutkimuksen perusteella on tuotu esiin, että pergamentti muuttuu ohuemmaksi sitä mukaan mitä enemmän sen tuotanto siirtyy luostareista kaupunkeihin ja valmistus muuttuu ammattimaisemmaksi. Tässä työssä käsitelty aineisto näyttää neliömassojen perusteella noudattavan aiempaan tutkimukseen perustavaa hypoteesia siitä, että näin todella tapahtuu. Pienempi neliömassaluku kuvastaa laadullisesti ohuempaa ja siten ajallisesti ja työllisesti vaativampaa pergamentinvalmistusta. Työssä havaittiin myös ero Raamattujen ja glossattujen Raamattujen välillä. Glossattujen Raamattujen pergamentin paksuus on selkeästi pienempi, kuin sellaisten aineiston Raamattujen, joissa glossaa ei ole. Raamattujen valmistuspaikoista Ranska nousee esiin neliömassoiltaan pienimpien Raamattujen osalta. Tätä puolestaan selittää Pariisin kaupungin merkitys kaupallisessa kirjatuoannossa keskiajalla.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords		
Arkeologia, Keskiaika, Pergamentti, Pergamenttifragmentti, Raamattufragmentti, Neliömassa		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
Keskustakampuksen kirjasto		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		

## Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
2	Tutkimusasetelma.....	4
2.1	Keskiajan kirja ja sen historia .....	4
2.2	Perinteinen käsikirjoitustutkimus ja arkeologisia näkökulmia.....	12
3	Aineisto.....	15
3.1	<i>Fragmenta membranea</i> -kokoelma .....	15
3.2	<i>Fragmenta membranea</i> -kokoelaman raamattufragmentit.....	19
3.3	Aineiston tarkempi rajausta raamattufragmenttien kokoelman sisällä .....	24
3.4	Konservointi .....	26
4	Menetelmä .....	27
4.1	Neliömassa .....	27
4.2	3D-mallintamisen soveltaminen neliömassan mittaamiseen.....	29
4.3	Punnitseminen ja pinta-ala .....	33
5.	Tulokset ja pohdinta .....	36
5.1	Raamattufragmenttien neliömassat .....	36
5.2	Erot neliömassoissa Raamattujen ja glossattujen Raamattujen välillä.....	38
5.3	Neliömassan suhde fragmentin pinta-alaan.....	40
5.4	Uusi menetelmä raamattufragmenttien paksuuden tutkimiseen.....	41
5.5	Menetelmän haasteet .....	42
6	Johtopäätökset.....	44
	Kiitokset.....	48
	Lähteet.....	49
	Liitteet .....	57

Kannen kuva: Ortokuva fragmentista Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.15. T. Niemelä.

# 1 Johdanto

Pergamentti, eli eläimennahasta tehty kestävä ja joustava, muun muassa kirjoittamiseen soveltuva materiaali, oli keskiajalla (noin 500–1500 jaa.) tärkein kirjojen valmistusmateriaali. Itse kirjatutanto kävi keskiajan mittaan läpi suuria muutoksia, jotka heijastuvat myös kirjoissa käytetyissä materiaaleissa. Vastaavasti tarkastelemalla kirjojen sivujen materiaalia, eli pergamenttia, on mahdollista tutkia laajemmin kirjatutannon kehitystä. Muutoksia pergamentin laadussa on huomattu aiemmassa tutkimuksessa siirryttäessä myöhäisantiikista keskiajalle, jolloin kirjatutantoa harjoittivat lähinnä luostarit. Toinen muutos puolestaan tapahtui sydänkeskiajan lopulla ja myöhäiskeskiajalla, jolloin kirjatutanto kehittyi kaupalliseen suuntaan. Tämä tutkimus liittyy nimenomaan kirjatutannon kaupallistumisen kehitykseen, jolloin tuotanto siirtyi luostareista yhä enemmän kaupunkeihin.

Pergamentin laadun muutoksiin on kiinnitetty huomiota jo aiemmissa keskiaikaisia käsikirjoituksia ja kirjoja koskevissa tutkimuksissa. Kuitenkin nämä laatua koskevat havainnot ovat olleet lähinnä yksinkertaisia kommentteja pergamentin paksuuteen liittyen. Pergamentin on todettu muuttuvan ohuemmaksi keskiajan kuluessa (ks. esim. de Hamel 2001: 116; de Hamel 1992: 12; Ryder 1991: 26; Ryder 1964: 394).

Tässä työssä tarkoituksena on kehittää sekä testata uutta kvantitatiivista menetelmää Kansalliskirjaston *Fragmenta membranea* -kokoelman pergamentista valmistettuihin raamattufragmentteihin. Menetelmällä pergamenttifragmentin neliömassa ( $\text{g/m}^2$ ) eli massan (g) suhde määrään (pinta-ala,  $\text{m}^2$ ) voidaan luotettavasti laskea kajoamatta destruktiivisesti itse tutkimusaineistoon. Neliömassaa käytetään paperiteollisuudessa tarkasteltaessa paperin ja pahvin paksuutta. Laskettuja neliömassoja puolestaan voidaan verrata toisiinsa, mikä mahdollistaa pergamenttifragmenttien välisen paksuuden vertailun. Menetelmä esitellään yksityiskohtaisesti kappaleessa 4.

*Fragmenta membranea* on yksi maailman suurimmista keskiaikaisten pergamenttfragmenttien kokoelmista ja siihen lukeutuu yli 9000 pergamenttilehteä (Heikkilä 2010a: 50). Raamattufragmentteja kokoelmaan kuuluu yhteensä viidestäkymmenestä kolmesta eri rekonstruoidusta kirjasta. Aineisto käydään yksityiskohtaisesti läpi kappaleessa 3 ja on kokonaisuudessaan tietoineen esitetty Liitteessä 1.

Tutkielmassa kehitelty menetelmä sopii käytettäväksi valittuun aineistoon aineiston ominaisuuksien vuoksi. Kierrätyksen kautta säilyneet käsikirjoitusfragmentit ovat poikkeuksellinen tutkimusmateriaali; nämä keskiaikaiset kirjojen sivut on käytetty reformaation myötä uudelleen vuoden tilien kansina. Tästä syystä ne ovat säilyneet irtonaisina lehtinä tai kaksoislehtinä. Irtonaisille lehdille on kullekin mahdollista selvittää erikseen massa sekä pinta-ala, mikä ei olisi mahdollista kirjasi-doksena tai voudintileissä yhä kiinni olevina säilyneille pergamenttilehdille. Tässä työssä käytän pääosin termiä lehti puhuttaessa yksittäisestä pergamenttfragmentista, jolla on sekä etu- (*recto*), että kääntöpuoli (*verso*). Lehdestä voidaan käyttää myös termiä *folio* ja kaksoislehdestä termiä *bifolium*.

Kaikkien aineistoon kuuluvien käsikirjoitusten signumit ovat muotoa: Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI., mutta Liitteen 3 kuvaajassa käytän muotoa F.m.V.BI. tilan säästämisen ja kuvaajan selkeyden vuoksi.

Tavoitteina tässä tutkielmassa ovat:

1. *Kehittää uusi menetelmä fragmentteina säilyneiden keskiaikaisten käsikirjoitusten neliömassan laskemiseen*

Työn yhtenä tavoitteena on kehittää ja testata uutta teknistä menetelmää, jolla pergamentin neliömassan voisi luotettavasti laskea, kun kyseessä on yksittäinen fragmentti. Uudella menetelmällä puolestaan voidaan ennestään laajentaa keinoja, joilla keskiaikaisia käsikirjoitusfragmentteja voidaan tutkia.

Neliömassa puolestaan on suure, jolla voidaan tarkastella tutkittavan kaksikulotteisen kappaleen, kuten paperin tai tämän työn puitteissa pergamentin, paksuutta. Neliömassa ilmaisee massan suhteen määrään. Pergamentista puhuttaessa sen paksuus heijastelee sen valmistukseen käytettyä työmäärää. Pergamenttia työstettiin haluttuun paksuuteen kaapimalla sitä valmistusvaiheessa. Laadultaan

ohuempi, eli neliömassaltaan pienempi, pergamentti on vaatinut enemmän työtä sen valmistajalta sekä todennäköisesti myös enemmän ammattitaitoa, sillä ohue-  
man pergamentin käsittely lienee haastavampaa. Tilanteessa, jossa pergamentin  
laadun taustalla on kulttuurinen ilmiö kirjatuotannon kehityksestä, voidaan tällä  
uudella menetelmällä tuoda uutta tietoa pergamentin laadun kehityksestä käytä-  
vään keskusteluun.

Pergamenttifragmentit ovat aineistona sellainen, joista on mahdollista mitata me-  
netelmään vaadittavat suureet; massa ja pinta-ala. Fragmenttien repaleiset reunat  
sekä mahdolliset reiät pergamentissa aiheuttavat kuitenkin sen, että pinta-alan las-  
kemista varten ei voida käyttää suorakulmion laskemiseen vaadittavaa kanta  $x$   
korkeus kaavaa. Tästä syystä täytyy pinta-alan laskeminen tehdä muulla tavoin, ja  
työssä testaankin sitä, miten laskeminen onnistuu Agisoft Metshape Professional -  
ohjelmalla tehdystä ortokuvasta ArcMap-paikkatieto-ohjelmalla. Ortokuva puo-  
lestaan edellyttää 3D-mallinoksen tekemistä, jota varten aineiston pergamentti-  
fragmentit tulee yksitellen kuvata.

*2. Testata hypoteesia, jonka mukaan kirjatuotannon kaupallistumiseen yhdis-  
tetty pergamentin laadun muutos näkyy raamattufragmenttien neliömas-  
sassa*

Kokoelmaan sisältyy pergamenttifragmentteja viidestäkymmenestäkolmesta eri  
Raamatusta. Niiden ajoitukset osuvat vuosien 1020/1030–1301/1400 välille (Leh-  
tinen s.a & Hoffmann 1995: 114). Myös Raamattujen alkuperämaat vaihtelevat  
toisistaan. Kyseessä on siis melko monipuolinen eri vuosisatoina ja eri puolilla  
Eurooppaa valmistetuista kirjoista peräisin olevien fragmenttien kokoelma.

Ominaisuuksiensa vuoksi raamattufragmentit sopivat hyvin otokseksi tutkimuk-  
seeni. Ne ovet selkeä rajattu kokonaisuus vaihtelevilla ja keskenään erilaisilla al-  
kuperillä sekä ajoituksilla. Neliömassan tutkimuksen tulosten perusteella pyritään  
osallistumaan keskusteluun kirjatuotannon kaupallistumisen kehityksestä kes-  
kiajan kuluessa. Jo käsin kosketeltaessa raamattufragmentteja voidaan sanoa, että  
pergamentin paksuudessa ja laadussa on havaittavissa jonkinlaista vaihtelua. Tätä  
vaihtelua ei kuitenkaan ole ennen systemaattisesti tutkittu tai laskettu, vaikka se

onkin otettu huomioon jo aiemmassa keskiaikaisia pergamenttiframeentteja koskevassa tutkimuksessa.

Työn aineistoon sisältyy sekä glossattuja että ilman glossaa olevia raamattufragmentteja. Glossalla (*Glossa ordinaria*) tarkoitetaan käsikirjoituksen marginaaliin tehtyä lisäystä tai selitystä. Sillä on siis tarkoitus selittää alkuperäisen tekstin, esimerkiksi Raamatun, sisältöä tai jotakin sanaa. Glossat liittyivät erityisesti yliopistojen kehittymiseen, sillä glossatut Raamatut oli suunnattu opiskelijoiden tarpeisiin. Niiden voidaan siten olettaa olevan juuri kaupungeissa tapahtuneen kaupallisen kirjatuotannon tuotteita. Tästä syystä glossattuja raamattufragmentteja käsitellään osittain omana ryhmänä, ja tarkastellaan sitä, miten niiden neliömassa eroaa muista raamattufragmenteista. Glossatut fragmentit on merkitty erikseen Liitteeseen 1. Tutkimuksen aineisto.

## 2 Tutkimusasetelma

### 2.1 Keskiajan kirja ja sen historia

Roberts ja Skeat (1983: 1) toteavat, että merkittävin keksintö ennen kirjapainotaitoa kirjan historiassa on se, kun koodeksi (englanniksi *codex*) eli kirjamuotoinen kirjoitusalausta syrjäyttää kääron. Koodeksi on usein yhdistetty erityisesti kristittyjen kirjoihin (Brown 2018: 30). Se saattoikin olla tähän tarkoitukseen kätevämpi kuin kääro, sillä raamatullisia kirjoja ei ollutkaan tarkoitus lukea alusta loppuun (de Hamel 2001: 49). Pergamentista tehtiin tyypillisesti koodeksimuotoisia: nahasta tehtiin lehtiä, jotka ensin taitettiin kahtia, ja sen jälkeen kaksoislehdistä tehtiin edelleen vihkoja, jotka puolestaan ommeltiin yhteen taittokohdasta. Tyypillinen keskiaikainen vihko sisälsi 16 sivua eli 8 kaksoislehteä (de Hamel 1986: 88).

Samalla kun formaatti muuttui, se syrjäytti sitä ennen kirjoittamiseen yleisesti käytetyn papyruksen. Papyrus ei rakenteensa vuoksi soveltunut koodeksiin yhtä

hyvin, kuin pergamentti, joka kesti paremmin toistuvaa sivujen kääntämistä (Heikkilä 2009: 14; de Hamel 1986: 7). Papyrusta olikin käytetty enimmäkseen auki rullattavien kääreiden, eli *rotulusten*, muodossa. Tästä huolimatta myös etenkin varhaisia koodekseja on tehty myös papyruksesta (de Hamel 2001: 49; Merisalo 2003: 41). Pergamentin eduksi voidaan todeta myös se, että sitä voitiin valmistaa missä vain, missä oli siihen soveltuvia eläimiä, kun taas papyruksen valmistaminen rajoittui Egyptiin alueelle (Roberts & Skeat 1983: 8). Toisaalta pergamenttiset koodeksit eivät nekään syrjäyttäneet käärejä kokonaan. Käärejä käytettiin edelleen muun muassa halvempien valmistuskustannuksien vuoksi; rullaa ei tarvinnut sitoa, vaan pelkkä pergamentin valmistus ja tekstin kirjoittaminen riittivät (Clemens & Graham 2007: 250).

Pergamentilla tarkoitetaan eläimen nahasta tehtyä kirjoittamiseen tarkoitettu materiaalia, vaikka sitä voitiin käyttää myös muihin tarkoituksiin. Gullickin (1991: 145) määritelmän mukaan pergamentti on eläimen nahkaa, joka on pesty ja josta on poistettu karvat ja rasva sekä annettu sitten kuivua pingotettuna. Nahka tulee kuitenkin käsitellä monen hitaan vaiheen kautta, jotta siitä saadaan valmiita, vaaleita ja ohuita kirjoittamiseen sopivia lehtiä. Pergamentti tehtiin yleensä vuohesta, lampaasta, vasikasta tai siasta, mutta joskus myös peuran nahasta (Meyer 2013: 94). Myös keskiajalla tekstejä kirjoitettiin edelleen kuitenkin pergamentin ohella lukuihin muihin materiaaleihin. Lisäksi paperin käyttäminen kirjoittamiseen ja kirjoihin alkoi yleistyä myöhäiskeskiajalla.

Pergamentti (englanniksi *parchment* ja latinaksi *pergamon*) sanaa käytetään yleensä juuri lampaasta ja vuohesta tehdystä materiaalista, kun taas sanaa *velum* käytetään tyypillisesti vasikannahasta tehdystä materiaalista (Harris 2014: 10). Jotkut tutkijat puolestaan käyttävät termiä *membrane* puhuessaan mistä tahansa eläimen nahasta tehdystä kirjoitusmateriaalista (Clemens & Graham 2007: 9). Tässä työssä käytän termiä pergamentti tarkastellessani aineistoa, enkä ota kantaa siihen, minkä eläimen nahasta pergamentti on valmistettu. Mikäli eläinlajeja haluttaisiin tunnistaa, olisi se mahdollista tehdä esimerkiksi pergamentissa näkyvien karvatuppien perusteella (Heikkilä 2009: 20). Sen lisäksi eläinlajeja voidaan tutkia pergamenteista myös muinaisDNA:n avulla (ks. esim. Campana *et al.* 2010).



Pergamentin valmistamiseen on voitu käyttää useita erilaisia tapoja valmistajasta ja valmistustraditiosta riippuen. Perusperiaate on kuitenkin ollut kaikkialla samankaltainen. Ensimmäisessä vaiheessa karvat, liha ja rasva halutaan saada irtoamaan nahasta käyttämällä apuna kalkkivesiliuosta (ks. esim. Bischoff 1990: 8; Heikkilä 2009: 17; Meyer 2013: 93; Ryder 1991: 26). Tähän tarkoitukseen käytettiin kalkkivedessä liotuksen jälkeen vielä veistä, jolla kaikki lihan ja karvan jäänteet saatiin pois nahasta (Heikkilä 2009: 17; Ryder 1991: 26). Seuraavassa vaiheessa nahka pingotettiin puiseen kehikkoon ja kaavittiin veitsellä ohuen lopputuloksen saavuttamiseksi (Kuva 1; Ryder 1991: 26). Tämän jälkeen se hiottiin vielä hohkakivellä (Ryder 1991: 26).



Kuva 1. Kehikkoon pingotettua pergamenttia kaavitaan ohueksi. Lähde: Nürnberg 1426–1549. Stadtbibliothek Nürnberg, Amb. 317.2°.

Heikkilän (2009: 18) mukaan edellä kuvatut työvaiheet, pergamentin saamiseksi mahdollisimman ohueksi, korostuivat entisestään keskiajan mittaan ja, että luksus-käsikirjoitukset oli valmistettu hienonhienosta pergamentista (2009: 20).

Myös Ryder (1991: 26; 1964: 394) toteaa, että hyvä pergamentti oli ohutta. Nahka sai kuivua kehikossa, jonka jälkeen pergamentti oli valmista (Heikkilä 2009: 18).

On myös sanottu, että erittäin hienoa pergamenttia olisi valmistettu vasikan sikiöistä (*uterine*), mutta todennäköisempää on, että tällainen erittäin ohut pergamentti on halkaistu puolikas yhdestä niin sanotusta normaalista pergamentista (de Hamle 1992: 16; de Hamel 2001: 132). Termillä voitiin tarkoittaa laadullista eroa pergamenttien välillä enemmän kuin kirjaimellisesti sikiön nahasta tehtyä pergamenttia (de Hamel 2001: 132). Ohuemman pergamentin valmistaminen vaati enemmän työtä pergamentin tekijältä, sillä työvaiheet veivät sitä enemmän aikaa mitä huolellisemmin ne tehtiin. Lisäksi valmiissa kirjasidoksissa ohuempi pergamentti oli helpommin käsiteltävää ja itse kirjoistakin tuli ohuempia ja näin ollen myös käytännöllisempiä. Valmistuksessa on siis havaittavissa muutos, joka toisaalta kuvastaa ammattitaidon kehittymistä, mutta myös tuotetun materiaalin ja lopulta valmiin tuotteen, kirjan, parempaa laatua. De Hamelen (1992: 12) mukaan varhainen luostareissa tehty pergamentti oli laadultaan melko paksua, mutta myöhemmin 1200-luvulla pergamentti saattoi olla jo yhtä ohutta kuin silkkiperi. Raamattujen osalta de Hamel (2001: 116) toteaa, että 1100-luvulla ne oli kirjoitettu suurille kääntäessä rasahtaville sivuille, kun taas 1200-luvun Raamatun ohuita sivuja pystyi kääntelemään äänettömästi.

Pergamentin paksuus saattaa vaihdella myös saman teoksen sivujen välillä. Cains (1992: 53) toteaa, että Kellsin kirjan (englanniksi *Book of Kells*) osalta pergamentin paksuus vaihtelee mitattaessa aina 0,08 mm ja 0,38 mm välillä. Cains (1992: 53) tuo myös esiin sen, että pergamentin paksuus saattaa vaihdella paljon myös yksittäisen sivun osalta, riippuen siitä mikä eläimen ihon ruumiin kohta on kyseessä. Tähän työhön valittu neliömassa on tästä syystä hyvä keino tarkastella paksuutta, sillä sen kanssa tämä vaihtelu pergamentin sivulla voidaan jättää huomiotta, ja saadaan yksi vertailtavissa oleva suure.

Pergamentin ulkonäköön ja siten laatuun vaikutti työmäärän lisäksi siihen käytetty eläin sekä tämän eläimen karvan väri. Tavoitteena oli saada aikaan mahdollisimman vaalea ja tasaisenvärinen lopputulos. Vasikannahassa molemmat puolet, niin liha- kuin karvapuolikin, olivat keskenään lähes samanvärisiä, kun taas lampaan ja vuohennanahoissa nämä eripuolet nahasta erosivat ulkonäöltään enemmän toisistaan (Derolez 2003: 31). Tätä nahan ominaisuuksista johtuvaa värieroa voitiin kuitenkin tasoittaa niin sanotulla *Gregoryn säännöllä*, jolla tarkoitetaan sitä, kuinka pergamentit aseteltiin valmiissa kirjasidoksessa siten, että samalla aukeamalla avautui aina kaksi lihapuolta tai kaksi karvapuolta (Derolez 2003: 33 & Heikkilä 2009: 19).

Valmistusvaiheessa mahdollisesti tapahtuneet virheet näkyvät myös valmiissa tuotteessa, esimerkiksi reikinä pergamentissa. Valmistaessa tulleet reiät tai repeämät pergamentissa eivät kuitenkaan automaattisesti tarkoittanut sitä, että koko pergamenttiarkki olisi jätetty käyttämättä. Päinvastoin reikien ympärille on saatettu tehdä koristeluja tai niitä on voitu ommella langalla kasaan.

Varhaiskeskiajalla (500–1000) kirjatutanto on yhdistetty erityisesti luostareihin. Luostarit, ja katolinen kirkko ylipäänsä, olivat merkittävimpiä tekstejä käyttäneitä toimijoita. Varhaisimmista pergamentin tekijöistä keskiajalla ei ole juurikaan tietoa, mutta luultavasti luostarit olivat itse vastuussa kirjoihin käyttämänsä pergamentin valmistuksesta (Gameson 2011: 15). Varhaiskeskiajalla kaikki käsikirjoituksen valmistamisen vaiheet tehtiin mahdollisesti yhdessä paikassa aina eläimen teurastamisesta sekä käsikirjoituksen kirjoittamisesta valmiin kirjan sitomiseen saakka. Kirjoja valmistettiin pääosin luostareissa, ja usein tämän toiminnan on ajateltu tapahtuneen erityisissä kirjoitushuoneissa, *scriptoriumeissa* (Heikkilä 2009: 85; Brown 2018: 100). Stones (2014: 114) toteaa, että on kuitenkin epäselvää, kuinka monessa luostarissa tai katedraalissa todella oli tällainen tila, joka oli tarkoitettu käsikirjoitusten kopioimiseen. Hän tuo myös esiin, että termillä *scriptorium*, voidaan viitata enneminkin siihen, millä tuotteilla on samanlaisia piirteitä eikä niinkään siihen, että ne olisi valmistettu yhdessä ja samassa tilassa (Stones 2014: 114). Termi viittaisi näin ollen Stonesin (2014) mukaan enemmän saman ryhmän tekemiin käsikirjoituksiin, eikä yhteen tilaan esimerkiksi luostarissa, jossa

nämä kaikki yhteneväisiä piirteitä omaavat käsikirjoitukset olisi tehty. Ei voidaakaan varmuudella sanoa millaisia kirjoitushuoneita keskiaikaisessa instituutiossa on ollut. Käsikirjoituksia tutkimalla on mahdollista kuitenkin riittävien yhteneväiset piirteiden perusteella sanoa, mikäli ne ovat saman ihmisryhmän valmistamia ja viittaavat siten samaan alkuperään.

Varhaiskeskiaikaisen ja sydänkeskiajan (1000–1300) alun luostarituotannon rinnalle alkoi ilmentyä 1100-luvulla myös ammattimaista kirjatutantoa niiden ulkopuolella. 1100-lukua voidaan kutsua silti kirjatutannon osalta luostareiden kulta-ajaksi, jolloin luostareissa eläneet munkit laativat paljon hyvälaatuisia uskonnollisia käsikirjoituksia ympäri Eurooppaa muiden luostarissa suoritettavien tehtävien lisäksi (de Hamel 1986: 94; Derolez 2003: 29). Rouse ja Rouse (2000a: 25–26) tuovat kuitenkin esiin, että vaikka varsinaisia kirjakauppaan erikoistuneita naapurustoja ei ollut merkittävästi Pariisissa ennen vuotta 1220, tiedetään silti, että Pariisissa valmistettiin jo noin 1170-luvulla useita glossattuja kirjoja. Tämä edustaa jo kaupallista kirjatutantoa (Rouse & Rouse 2000a: 26). Myös Michael (2008: 169) toteaa, että 1100-luvulla englantilaisissa luostareissa oli palkattuna maallisia kirjureita, eikä näin ollen koko kirjan valmistus ollut ainoastaan munkkien tehtävänä.

1200- ja 1300-luvuilla kaupungit ja yliopistot ilmestyivät yhä enemmän mukaan käsikirjoitusten tuotantoon ja luostareiden osuus tuotannossa pieneni (Derolez 2003: 29). Käsikirjoitusten valmistus siirtyi siten luostareilta myös yhä enemmän sekulaareille toimijoille. 1200-luvulla suurin osa kirjoittajista olikin munkkien sijaan tähän erikoistuneita ammattilaisia (Clanchy 2007: 194; de Hamel 1986: 9; Watson 2003: 8). Nämä ammattilaiset asuivat usein kaupungeissa (Watson 2003: 8). Yhtenä merkinä tästä muutoksesta voidaan pitää kommentteilla, eli glossalla, varustettujen Raamattujen ilmestymistä markkinoille (Thomson 2008: 153–154). Glossalla tarkoitetaan marginaaliin tehtyä tekstin kommentaaria ja niitä tehtiin erityisesti yliopisto-opiskelijoiden tarpeisiin selittämään itse käsikirjoituksen tekstiä. Yliopistojen nousu sekä kaupungistuminen olivatkin merkittäviä tekijöitä pergamentin valmistuksen ammattimaistumisessa (Heikkilä 2009: 23). Tahkokallio (2019: 1) kuitenkin toteaa, että vaikka käsikirjoitusten valmistuksen leviäminen

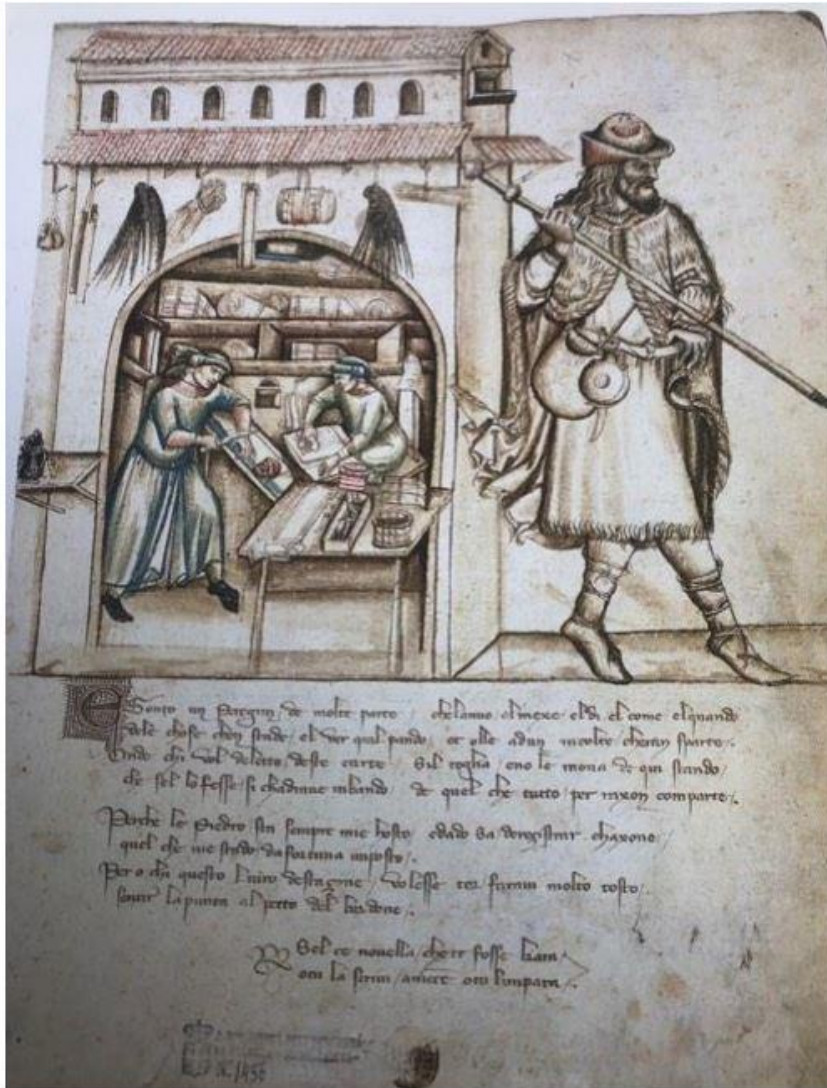
kaupunkeihin on tutkittu ilmiö, on kirjatuotannon maallistumisessa ja ammattimaistumisessa vielä paljon tutkittavaa.

Kaikki eri työvaiheet kirjan valmistuksessa, eli pergamentin valmistus, kirjoittaminen, kuvittaminen, koristelu sekä valmiiden sivujen sitominen, tapahtuivat nyt yhden *scriptoriumin*, sijaan näihin kaikkiin eri vaiheisiin erikoistuneiden alansa ammattilaisten toimesta (Heikkilä 2009: 85; Michael 2008: 170). Tämän kirjatuotannossa tapahtuvan muutoksen myötä pergamentin valmisti nyt siihen erikoistunut ammattilainen, *percamenarius*, jolta voitiin ostaa valmiit lehdet kirjoitustyötä varten (Kuva 2; Kuva 3; Heikkilä 2009: 85; de Hamel 1992: 8). *Percamenariuksen* ansiosta pergamentti muuttui tasalaatuisemmaksi ja esimerkiksi aiemmin yleiset reiät pergamentissa tulivat harvinaisemmiksi (Heikkilä 2009: 23). Käsikirjoituksen valmistusprosessi eli muutosvaihetta 1100-luvun jälkeen, ja laadultaan ohuempi pergamentti oli yksi näkyvistä seikoista tässä muutoksessa (Clanchy 2007: 194).



Kuva 2. Maallinen pergamentin valmistaja myymässä pergamenttia munkille. Kuvassa näkyvät myös kaavin sekä kehikko pergamentin pingottamiselle. Kuva on käsikirjoituksesta, joka ajoittuu vuoteen 1255. Lähde: Trost 1986: 7.





Kuva 3. Pergamentin myyjän kauppa. Kuva on 1400-luvulta italialaisesta kronikasta. Lähde: de Hamel 1992:9.

Kirjojen tuotanto tehostui, ja niitä saatiin markkinoille yhä enemmän. Ammatti-laisten tekemä yhteistyö mahdollisti myös sen, että käsikirjoituksista saatettiin tehdä helpommin yhä hienompia ja loisteliaampia. Pariisin kaupungista Ranskassa tuli Alppien pohjoispuoleisen Euroopan kaupallisen kirjatutannon ja vaihdon keskus 1200-luvulla (ks. esim. Croenen 2006: 1; Rouse & Rouse 1990: 103). Merkittävä tekijä tässä kaupallisen kirjatutannon kasvussa oli Pariisin yliopiston kehitys, joka kasvatti kirjojen kysyntää (Croenen 2006: 1). Tämä oli myös taustalla *pecia* järjestelmän synnyssä. Latinan kielen sana *pecia* tarkoittaa osaa ja tämän järjestelyn tarkoituksena olikin mahdollistaa tekstien osien kopioiminen jaka-

mallalla niitä osiin, joita oli mahdollista lainata kopiointitarkoitukseen (Croenen 2006: 2; Brown: 2018: 82). Tässä työssä tarkastelluista Raamatuista kaksikymmentäkaksi on Lehtisen (s.a.) mukaan valmistettu Ranskassa tai mahdollisesti Ranskassa. Ottaen huomioon, että kaiken kaikkiaan Raamattuja on *Fragmenta membranea* -kokoelmassa viisikymmentäkolme kappaletta, on näiden Ranskassa tai mahdollisesti Ranskassa valmistettujen Raamattujen osuus huomattavan suuri; 41,51 prosenttia.

Myöhäiskeskiajalla (1300–1500) kirjaa hankkiva asiakas suuntasi kirjakauppiaan eli *librariuksen* puheille ja pystyi tilaamaan tältä juuri toivotunlaisen käsikirjoituksen (Heikkilä 2009: 86). Kirjatuotannon kaupallistuminen liittyyneen ennen kaikkea kirjojen kasvavaan tarpeeseen. Varhaiskeskiajalla kirjoja omistivat lähinnä luostarit ja seurakunnat, mutta myöhäiskeskiajalla kirjojen käyttö levisi yhä edelleen myös laajemmille ryhmille. Juuri maallikoille suunnattuja kirjoja olivat erityisesti hetkipalveluskirjat eli *breviariiumit* (englanniksi *Book of Hours*), jotka ovatkin yleisimpiä keskiaikaisia kirjoja (de Hamel 1986: 159; Heikkilä 2009: 86).

## 2.2 Perinteinen käsikirjoitustutkimus ja arkeologisia näkökulmia

Vaikka keskiaikaisten kirjaesineiden tutkimus muistuttaa monella tapaa arkeologisen materiaalin tutkimusta, ei sitä ole tyypillisesti mielletty varsinaisesti arkeologian osa-alueeksi. Keskiaikaisia käsikirjoituksia kokonaisvaltaisesti tutkivaa tieteenhaaraa kutsutaan kodikologiaksi (Merisalo 2003: 14). Siinä tutkimuksen kohteena on tekstisisällön lisäksi myös se, mitä kirjasta ja sen valmistamisen historiasta voidaan ulkoisten piirteiden perusteella päätellä. Tarkastelun kohteena on paitsi kirjoitusmateriaali myös teksti, glossat eli marginaaleihin kirjoitetut tekstit/selitteet, tekstin tyyli (esim. karolinginen minuskeli tai goottilainen skripti), koristelu (*initiaalit* eli isot alkukirjaimet ja *miniatyyrit* eli kirjamaalaukset) ja kirjan sidonta. Kodikologian keinoin voidaan esimerkiksi tunnistaa käsikirjoituksen tehnyt *scriptorium* (Watson 2003: 8).

Toinen kirjoja tutkiva tieteenhaara on paleografia. Se keskittyy tutkimaan kirjoitusjärjestelmien historiaa (Merisalo 2003: 12). Paleografian keinoilla voidaan ajoittaa ja paikallistaa käsikirjoituksia sekä tulkita itse kirjoituksia. Samankaltaisuudet tekstissä viittaavat samaan kirjuriin. Myös tekstit, jotka ovat toistensa kopioita, voidaan tunnistaa riittävien yhtäläisyyksien perusteella. Tahkokallio (2019: 1–2) toteaa, että paleografia ja kodikologia ovat kirjallisten lähteiden ohella olleet keino tutkia kirjatutannon kaupallistumisen ja ammattimaistumisen prosessia. Esimerkiksi de Hamel (1986: 120) tuo esiin, että kultakoristelut olivat erilaisia luostareissa valmistetuissa ja ammattimaisesti Pariisissa valmistetuissa käsikirjoituksissa. Ensin mainituissa kulta oli asetettu litteästi, kun taas 1250-luvun pariislaisissa käsikirjoituksissa kullattuihin initiaaleihin käytettiin gesso, jolloin kirjain näytti nousevan pergamentista (de Hamel 1986: 120). Arkistolähteistä kirjatutantoa ovat tutkineet Rouse & Rouse (2000a; 2000b). Heidän tutkimuksensa on kohdistunut erityisesti kaupalliseen kirjatutantoon Pariisissa (Rouse & Rouse 2000a; Rouse & Rouse 2000b).

Arkeologisen tutkimuksen piirissä Suomessa on tutkittu lähinnä kaivauksilta tehtyjä löytöjä. Kaivauslöytöinä ei Suomesta tunneta pergamentille kirjoitettuja käsikirjoituksia, mutta muunlaiset tekstit esimerkiksi koruissa, puussa ja rahoissa, ovat yleisiä kaivauslöytöjä. Eräs mielenkiintoinen löytö on Turusta löydetty nahkaisen laukun läppä, jossa on kirjoitusta (Harjula 2004). Sen lisäksi myös muita kirjoittamiseen liittyviä tai kirjoitusta sisältäviä esineitä tunnetaan arkeologisista konteksteista, esimerkiksi kirjoituspuikkoja eli *styluksia*, vahatauluja sekä tuohikirje on löydetty Turun Tuomikirkon kaivauksilta (Harjula 2012). Myös Rauman Luostarinkadun arkeologisilta kaivauksilta löydettiin kirjalliseen kulttuuriin liittyviä löytöjä; mahdollinen hohkakivinen hion, joka viittaa pergamentin valmistelemiseen kirjoitusta varten sekä vähintään seitsemän kappaletta kirjan solkia ja joidakin *styluksen* kappaleita (Helamaa & Uotila 2018: 34–35). Arkeologian keinoja tarkastella keskiaikaista kirjoittamista on pohtinut Janne Harjula (2008). Tuuli Kasso (2017) puolestaan tutki arkeologian pro gradu -työssään pergamenttifragmenttien ajoittamista radiohiiliajoituksella. Kasson aineistoon kuului moderni pergamenttifragmentti sekä kaksi italialaista pergamenttifragmenttia vuosilta 1506 ja 1484 (Kasso 2017: 16–17).



Arkeologinen tutkimus näyttää siten painottuvan kirjallisen kulttuurin osalta kirjoitusvälineiden sekä kirjanosien tutkimukseen. Jonka lisäksi tarkastelun kohteena ovat olleet esineet, joissa on havaittavissa kirjoitusta tai yksittäisiä merkkejä. Harjula (2007: 11) toteaaakin, että arkeologinen näkökulma tutkimukseen on tekstien tarkasteleminen aineellisena kulttuurina. Hänen mukaansa huomioon tulee ottaa myös kuvat, kuten kirkkojen kalkkimaalaukset, ja näiden tulkitseminen niin sanotusti teksteinä.

Tässä työssä tarkastellaan perinteisesti historialliseksi lähteeksi miellettyjä keskiaikaisia käsikirjoitusfragmentteja arkeologisen materiaalitutkimuksen menetelmillä. Työn aineistoa on aikaisemmin tutkittu paleografisesta näkökulmasta; tekstien sisältö, ajoitus sekä valmistuspaikka ovat aiemmin olleet tarkastelun kohteena. Lisäksi voidaan olettaa, että raamattufragmentteja aiemmin tutkineet tutkijat ovat tehneet erilaisia huomioita pergamentin laatuun ja säilyneisyyteen liittyen, vaikka sitä ei systemaattisesti ole tutkittukaan.

Tutkijat ovat aiemmin kohdistaneet mielenkiintoaan ensisijaisesti pergamenttfragmenttien tekstisisältöihin. Pergamenteissa olevien tekstien lisäksi pergamentit ovat kuitenkin olleet osa materiaalista objektia, kirjaa. Kirja esineenä omaa tietyn valmistushistorian. Tutkimalla kirjojen valmistusmateriaaleja päästään käsiksi tähän puoleen keskiaikaisesta kirjakulttuurista ja sen kehityksestä. Tämän työn tarkoituksena on tuoda tästä näkökulmasta uutta tietoa kirjan historiasta käytävään keskusteluun.

Tutkimuksessa tarkastellaan keskiaikaisten käsikirjoitusten materiaalin eli pergamentin laatua ja pyritään käytännössä kehittämään uudenlaista menetelmää, jolla pergamenttfragmentin laadullisia eroavaisuuksia voidaan luotettavasti laskennallisesti tutkia. Tutkimus on soveltavaa ja tarkoituksena on käyttää paperiteollisuudessa käytettyä menetelmää historiallisen lähteen valmistusmateriaalin tutkimiseen.

Tutkimuksen ytimessä on raamattufragmenttien neliömassan kvantitatiivinen eli määrällinen tarkastelu. Tulokseksi saadaan mitattavissa ja vertailtavissa olevaa tietoa. Kvantitatiiviseen tutkimukseen tarvitaan riittävän suuri otos tutkimusmateriaalia. Työn materiaalina on tästä syystä kaikki kehitettävään metodiin soveltuvat

raamattufragmentit Kansalliskirjaston *Fragmenta membranea* -kokoelmasta lehtien määrää kuitenkin ajankäytöllisistä syistä rajaten.

Pergamentin laadun tutkimus kohdistuu käsikirjoitusten kirjoitusmateriaaliin. Työssä tutkin perinteisesti historialliseksi lähteeksi miellettyjä pergamenttfragmentteja, joita voidaan kuitenkin tarkastella myös arkeologian keinoilla sekä materiaalitutkimuksen kautta. Hyödynnän arkeologian tieteenalalle tuttuja tietokoneohjelmia, Agisoft Metashape Professionalia sekä ArcGis-paikkatieto-ohjelmaa, uudella tavalla pergamentin laatua koskevaan tutkimukseen. Aineiston monipuolinen tutkimus on tärkeää, sillä sen avulla voidaan saada uutta tietoa sekä täydentää jo olemassa olevia tietoja materiaalin valmistuspaikoista sekä valmistustavoista, ajoituksesta, esineiden liikkumisesta sekä keskiajan kirjallisen kulttuurin verkostoista. Pergamentin laadun tutkiminen kytkeytyykin laajempaan keskiaikaista kirjatuotantoa ja sen muutoksia tarkastelemaan tutkimukseen.

### 3 Aineisto

#### 3.1 *Fragmenta membranea* -kokoelma

Kirjat ja niiden mukana kirjallinen kulttuuri saavuttivat Suomen keskiajalla. Kirjallisen kulttuurin leviämiseen liittyy olennaisesti kristinuskon leviäminen. Kristinuskon saapumista Suomeen voidaan tarkastella hautaustavan ja hauta-antimien kautta (Purhonen 1998). Hiekkanen (2014: 13) puolestaan toteaa, että arkeologisesti kristinuskon leviämistä on haasteellista osoittaa, sillä juuri nämä muutokset hautaustavassa ovat tässä lähes ainoa lähdemateriaali. Myös Ruohonen (2018: 51) tuo esiin, että ruumishautaukseen siirtyminen polttohautauksen sijaan on merkki kristillisten vaikutteiden omaksumisesta, mutta sitä ei tule kuitenkaan tulkita koko väistön kristillistymisen merkiksi. On näin ollen haasteellista sanoa, milloin kristinusko tarkalleen saavutti nykyisen Suomen alueen. Arkeologiset lähteet eivät kristillistymisen varhaisvaiheessa ole yksiselitteisiä.

Salonen (2018: 47) toteaa, että nykyisen tietämyksemme mukaan tieto kristinuskosta olisi saapunut Suomen rannikkoalueille viimeistään 1000-luvun aikana. Purhosen (1998: 137) mukaan kristinuskon näyttäisi vakiintuneen Turun alueella 1100-luvun loppuun mennessä. Turun alue puolestaan oli keskiaikaisen Suomen alueen keskeisin paikka, sillä siellä sijaitsi Suomen lähetyshiippakunnan ja myöhemmin Turun hiippakunnan keskus. Kaiken kaikkiaan voidaan vetää yhteen, että uusi uskonto omaksuttiin eri puolilla nykyistä Suomea eri aikaan, eikä siirtyminen kristinuskoon ollut yhtäkkinen.

Kirjat tekivät pysyvän tulonsa Suomen alueelle 1000–1200 -luvuilla. Täällä oli kuitenkin todennäköisesti ollut myös ennen kirjoja muunlaisia kirjoituksia tai kirjoituksia sisältäviä esineitä, kuten esimerkiksi riimuja ja rahoja. Aluksi kirjoja käyttivät luultavasti kristityt lähetyssaarnaajat, mutta jo varhaisessa vaiheessa ne ovat kuuluneet myös paikallisten kirkkojen varustukseen (Heikkilä 2010a: 11). Suomen vanhin tunnettu kirkkorakennus sijaitsee Ristimäellä Ravattulassa ja ajoittuu 1100-luvun jälkipuoliskolle (Ruohonen 2016). Ensimmäiset kirkot olivatkin todennäköisesti yksityiskirkoja (ks. esim. Haggrén 2005; Hiekkänen 2014: 14–16). Seurakuntien perustaminen mahdollisti entistä enemmän uusien kirkkojen rakentamista, sillä vastuu kirkosta jakautui koko pitäjän tai seurakunnan taloille (Hiekkänen 2014: 16). Tämä kehitys osaltaan vaikutti kirjojen lisääntyvään tarpeeseen sekä käyttöön hartaudenharjoituksen myötä. Kristinuskon rituaalit olivat kirjoista riippuvaisia (Tahkokallio 2010: 71), joten kirjojen saapuminen Suomeen on varhaisvaiheessa kulkenut tiiviisti yhdessä kristinuskon leviämisen kanssa sekä seurakuntalaitoksien synnyn kanssa.

Edellä esitettyä ajatusta tukee myös *Fragmneta membranea* -kokoelma, joka koostuu suurelta osalta kristillisiin kirjoihin kuuluneista pergamenttifragmenteista. Tahkokallio (2010: 72) toteaa, että 1100-luvun jälkipuoliskolle ajoittuvaa aineistoa on kokoelmassa huomattavan paljon enemmän, kuin mitä sen alkupuolelle ajoittuvaa. Tämän hän uskoo puolestaan johtuvan kirjojen määrän lisääntymisestä myös todellisuudessa tuohon aikaan (Tahkokallio 2010: 72). Tätäkin merkittävämmäksi murrosvaiheeksi Tahkokallio (2010: 72) kuitenkin tuo esiin, viitaten Hiekkaseen (2004: 163) sekä Palolaan (1996: 102–103), kirjojen määrän kasvun 1220–1240-luvuilla seurakuntajärjestelmän kehityksen myötä.

Turun hiippakunnasta lähdettiin keskiajalla muualle Eurooppaan, kuten esimerkiksi Pariisiin, opiskelemaan. Opiskelijat toivat palatessaan mukanaan myös kirjoja (Keskiaho 2010a: 156). Kirjoja omistivat keskiajan Suomessa seurakunta sekä seurakuntien papit, mutta myös instituutiot, kuten esimerkiksi Turun hiippakunnan ainoa luostari Naantalissa (Keskiaho 2010b: 256; 261). Heikkilä (2010b: 127) tuo esiin, että kirjamäärät vaihtelivat varsin paljon riippuen myös omistajansa asemasta; maaseutukirkkojen papit omistivat usein vain välttämättömät kirjat, kun taas Turun piispan lähipiiri ja tuomiokapitulin jäsenet eli kaniikit saattoivat omistaa laajasti erilaisia kirjoja. Kirjamäärät ja kirjojen kirjo vaihtelivat tavallisten pappien ja papiston eliittiin kuuluneiden välillä suuresti. Suuri osa juuri Raamatuista kuuluikin näihin ylemmän papiston omistamiin kirjoihin, eikä niitä ollut juuri seurakuntakirkkojen omistuksessa. Raamattujen ajoitukset osuvat yksiin ulkomaille opiskelemaan lähdön lisääntymisen kanssa, jota tapahtui ilmeisesti 1200-luvun lopulla tai 1300-luvun alussa (ks. Keskiaho 2010a: 157–158). Raamattujen määrän kasvua voikin selittää sillä, että niitä tuotiin mukanaan palatessa takaisin kotimaahan opiskelujen jälkeen.

Kansalliskirjaston käsikirjoituskokoelma *Fragementa membranea*, koostuu lähes 19000 keskiaikaisesta pergamenttisivusta eli yli 9400 lehdestä, jotka puolestaan ovat peräisin noin 1500 eri keskiaikaisesta käsikirjoituksesta (Heikkilä 2017: 83). Kokoelma on kierrätyksen ansiota. Ruotsin valtakunnan hallitsijan Kustaa Vaasan käynnistämän reformaation myötä Ruotsissa ja Suomessa 1520-luvulla katoliset kirjat menettivät merkityksensä uskonnon harjoittamisessa. Reformaatio iski erityisesti liturgisiin kirjoihin, sillä latinankielisistä teksteistä tuli luopua ja korvata ne sen sijaan kansankielisillä teksteillä (Heikkilä 2010a: 49). Tästä huolimatta näiden teosten valmistusmateriaali, erittäin kestävä pergamentti, osoitautui avaintekijäksi sen kannalta, että ne ovat säilyneet meidän päiviimme saakka.

Pergamenttien uudelleenkäyttäminen oli yleistä kaikkialla Euroopassa (Brunius 2017: 70). Pergamenttisia lehtiä ja kaksoislehtiä hyödynnettiin Ruotsin valtakunnassa tilikirjojen kansina. Tästä uudelleenkäytöstä merkinä useissa lehdissä onkin edelleen näkyvissä veroja keränneiden voutien ja näiden kirjurien kirjoittamia 1500- ja 1600-luvun tilikirjakäytöstä kertovia otsikoita. Kirjasidokset purettiin ja

lehdet irrotettiin toisistaan, jotta ne soveltuivat kansioiksi ja kansiksi uudemmille teksteille, vuoden tileille. Eskolan (2010: 378) mukaan tästä prosessista ei ole lähteissä suoria mainintoja, koska se saatettiin aikanaan nähdä arkipäiväisenä ja harmittomana. *Fragmenta membranea* -kokoelman käsikirjoitusten käyttöä tilikirjojen kansina on tarkemmin tutkinut Pro gradu -tutkielmassaan Seppo Eskola (2008).

Fragmentteja, eli tuohon aikaan tilikirjoja pergamenttisine kansineen, säilytettiin arkistossa Tukholmassa, kunnes ne siirrettiin Haminan rauhan myötä 1809 Suomeen (Heikkilä 2017: 83). Rauhansopimuksen myötä aineisto päätyi ensin Turkuun ja sitten Helsinkiin Valtionarkistoon (nyk. Kansallisarkisto), jossa tilikirjojen kansina olleet keskiaikaiset pergamenttifragmentit irrotettiin itse tileistä (Heikkilä 2010a: 49–50). Kun tilikirjojen kannet ja itse tilit oli irrotettu toisistaan, muodostivat pergamenttilehdet Helsingin yliopiston kirjaston (nyk. Kansalliskirjasto) käsikirjoituskokoelman, kun tilit puolestaan jäivät silloisen Valtionarkiston kokoelmiin.

Suomen arkistointitapa eroaa esimerkiksi Ruotsin vastaavanlaisen aineiston arkistoinnista, siellä pergamenttikansia ei ole irrotettu tilikirjoista, vaan ne on arkistoitu sellaisenaan. Nykyään tilikirjojen kansia ei vastaavalla tavalla luultavasti irrotetaisi täälläkään, vaan ne säilytettäisiin kokonaisuutena. Suomen menettelytapa, jossa kannet irrotettiin, kuitenkin mahdollistaa tämän tutkielman aiheena olevan menetelmän testauksen. Yksittäisen pergamenttifragmentin neliömassaa ei olisi tällä kehitetyllä keinolla mahdollista laskea pergamenttifragmenteille, jotka ovat yhä kiinni tilikirjoissa niiden kansina.

Pergamenttifragmenttien kokoelma sisältää lehtiä useista erityyppisistä kirjoista. Yli 60 % kokoelman kirjoista on liturgiaa edustavia kirjoja, joiden lisäksi joukkoon mahtuu myös muita kristinuskoon liittyviä kirjoja ja vain vähän kirkon ulkopuoliseen toimintaan liittyvää kirjallisuutta (Heikkilä 2010a: 53). Liturgiaa sisältäviä kirjoja olivat messukirjat eli *missaleit*, *gradualet* eli messuun liittyviä lauluja sisältävät kirjat, *lectionariumit*, jotka sisältävät liturgisia lukukappaleita, hetkipalveluskirjat eli *breviariiumit* ja *antiphonariumit*. Nämä kirjat liittyivät erityisesti seurakuntien toimintaan. Kristillisiin kirjoihin puolestaan lukeutuu muun muassa Raamattuja, kalentereita, kirkollista oikeutta sisältäviä kirjoja, pyhimystarinoita

sekä tieteellistä teologiaa (Heikkilä 2010a: 53). Suurimman osan kirjoista omistivat seurakuntapapit (Keskiäho 2010b: 256).

Luettelot kokoelman messukirjoista eli *gradualeista* sekä *breviariumeista* on julkaissut Toivo Haapanen (1922; 1925 & 1932). *Antiphonariumien* osalta julkaistun luettelon on tehnyt Ilkka Taitto (2001). Raamatut ja muita teologisia tekstejä sisältävät käsikirjoitukset sekä juridiset käsikirjoitukset on puolestaan luottellonut Anja Inkeri Lehtinen (s.a.). Lehtisen luettelo on julkaisematon.

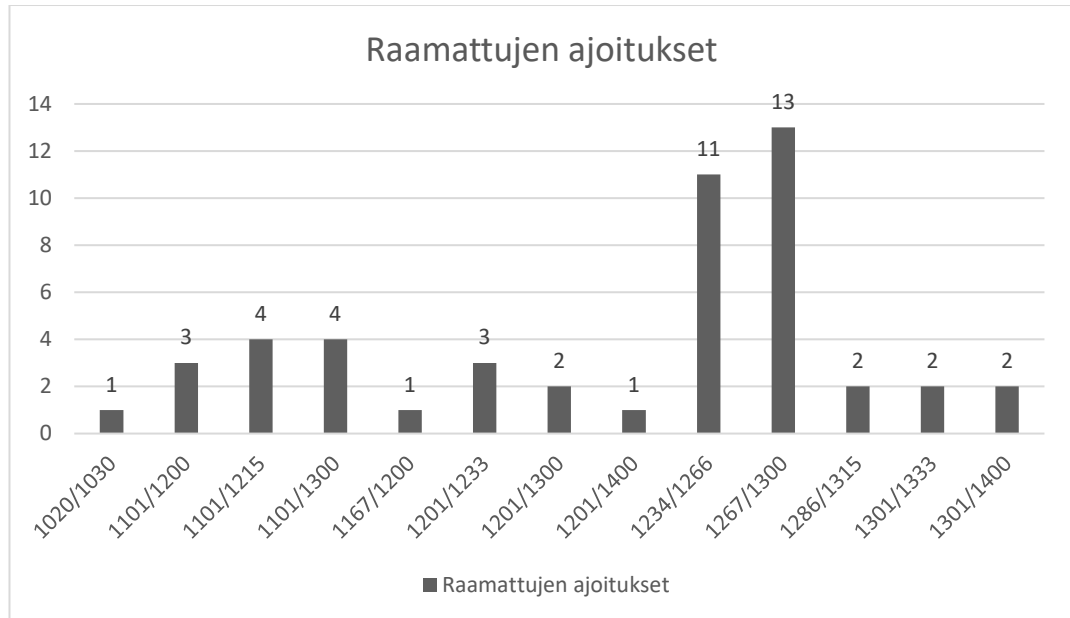
Kokoelmaan kuuluvat käsikirjoitukset ovat keskenään varsin erilaisia ja erikokoisia sekä vaihtelevassa kunnossa säilyneitä. Suurin *Fragmenta membranea* -kokoelman pergamenttifragmenteista on kooltaan 600 x 909 mm suuruinen bifolium eli kaksoislehti, kun taas pienin vain 15 x 15 mm kokoinen palanen pergamenttia (Vihakara & Findeisen 2012: 306). Myös tässä työssä on aineistona ollut varsin erikokoisia Raamattufragmentteja kokonaisina säilyneistä kaksoislehdistä aina pieniin fragmentaariin sivunosiin.

Kokoelmaa säilytetään Kansalliskirjastossa sen säilymistä edistävissä olosuhteissa. Kokoelma löytyy lisäksi myös verkosta digitoituna (<https://fragmenta.kansalliskirjasto.fi/>), mutta alkuperäisiä käsikirjoituksia pääsee tutkimaan perustellulla syyllä Kansalliskirjaston erikoislukusaliin, jossa tulee noudattaa tarkkoja ohjeita ja, jossa on aina valvoja paikalla.

### 3.2 *Fragmenta membranea* -kokoelman raamattufragmentit

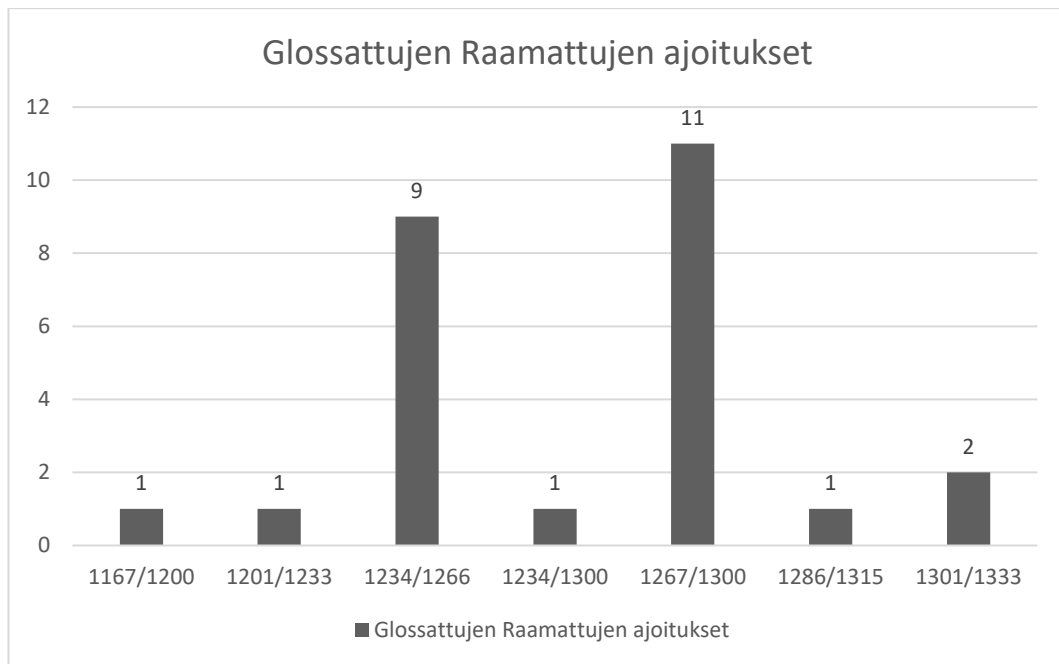
Tämän työn tutkimusaineiston muodostavat Kansalliskirjaston *Fragmenta membranea* -kokoelman raamattufragmentit (F.m.Va Biblia Sacra). Näitä fragmentteja on yhteensä viidestäkymmenestäkolmesta eri Raamatusta, ja ne sisältävät vähimmillään yhden lehden ja enimmillään jopa 80 lehteä. Kunkin Raamatun lehtien määrät on ilmoitettu Liitteessä 1. Tutkimuksen aineisto. Raamatut ajoittuvat vuo-

sien 1100–1400 välille, yhtä poikkeusta lukuun ottamatta (Lehtinen s.a. & Hoffmann 1995: 114) (Kuva 3). Käsikirjoitus Helsinki, Kansalliskirjasto, Fm.V.BI.21 ajoittuu vuosiin 1020/1030 (Hoffmann 1995: 114).

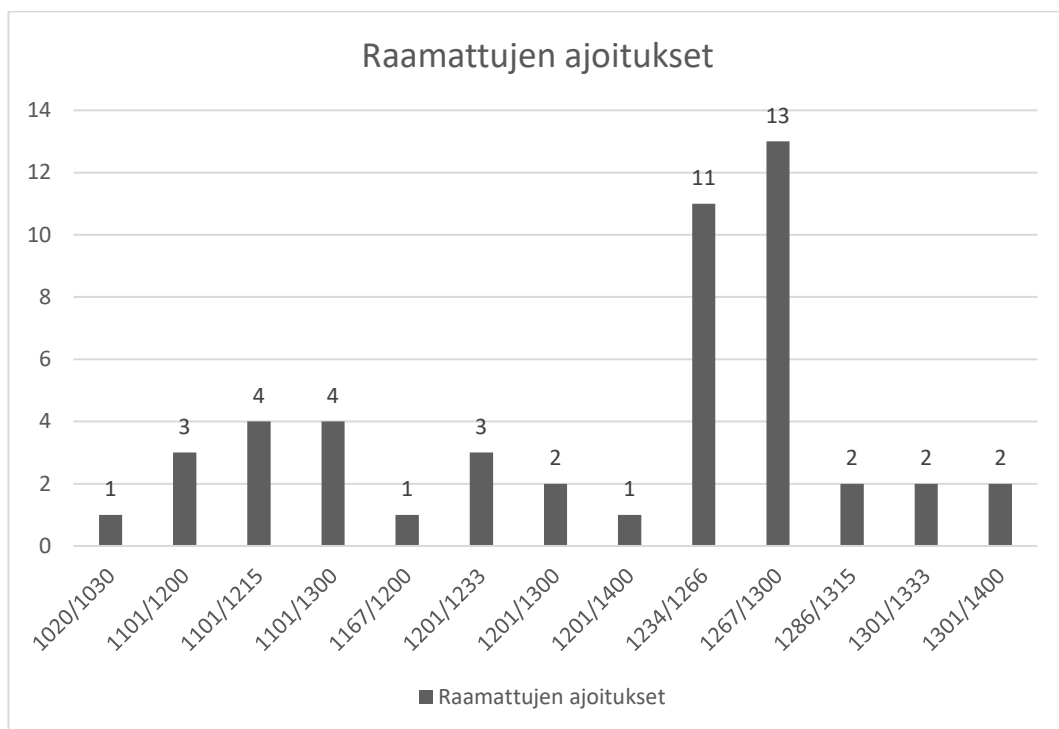


Kuva 3. Aineiston Raamattujen ajoitukset kappalemäärittäin.

*Fragmenta membranearum* Raamattu-kokoelmaan kuuluu sekä ilman glossaa olevia, että glossattuja Raamattuja. Tutkimuksen tavoitteissa glossatut Raamatut on erotettu omaksi ryhmäkseen. Glossattujen Raamattujen kohderyhmä sekä valmistusajankohta on ollut eri, kuin ilman glossaa olevien Raamattujen, joten nämä on eritelty toisistaan aineistossa (ks. Liite 1. Tutkimuksen aineisto). Kaikki tutkimuksen aineistoon sisältyvät glossatut Raamatut ajoittuvat Lehtisen (s.a) mukaan vuosien 1167/1200– 1301/1333 välille (Kuva 4), kun taas ei glossaa sisältävien Raamattujen ajoitukset osuvat laajemmalle aikavälille (Kuva 5). Aineiston glossatut Raamatut sijoittuvat ajoituksiltaan selkeästi 1200-luvulle. Suurimmat ryhmät ovat vuosiin 1234/1300 ja 1267/1300 ajoittuvat glossatut Raamatut. Nämä edustavat selvästi kaupungeissa tapahtunutta yliopisto-opiskelijoiden tarpeisiin tehtyä käsikirjoitusten valmistusta.

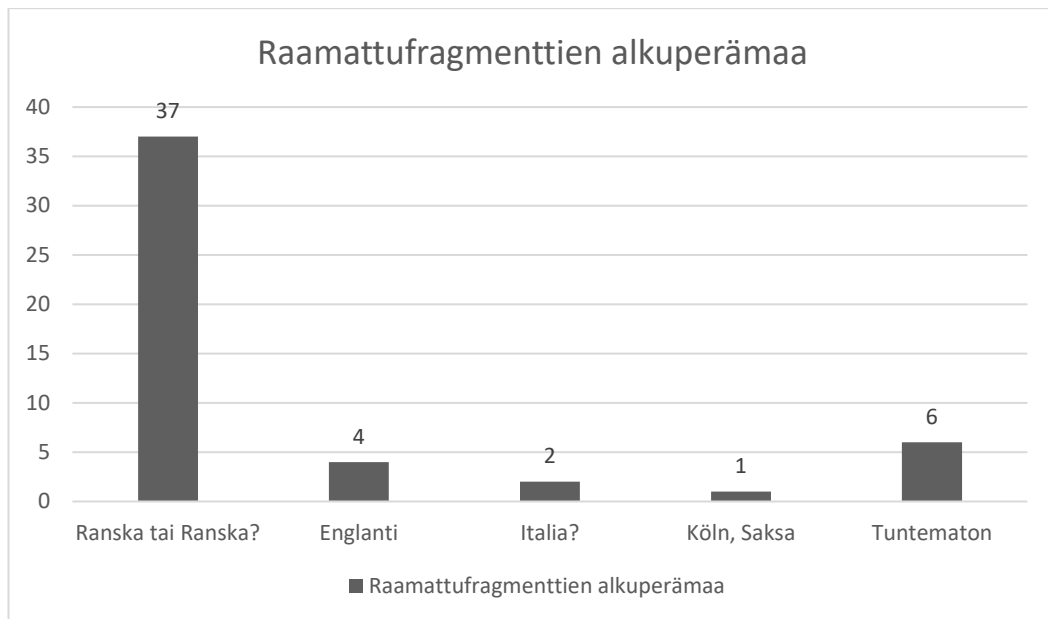


Kuva 4. Glossattujen Raamattujen ajoitukset kappalemäärittäin.



Kuva 5. Aineiston kaikkien Raamattujen ajoitukset kappalemäärittäin.





Kuva 6. Raamattufragmenttien alkuperämaat.

Kaikki *Fragmenta membranea* -kokoelman raamattufragmentit edustavat ulkomaista kirjatuotantoa. Heikkilän (2010c: 309) mukaan Turun hiippakunnassa oma kirjatuotanto oli vaatimatonta. Ei olekaan yllättävää, että myös tähän työhön käytetty aineisto edustaa siten ulkomailta tuotuja kirjoja. Raamatuista 37 kappaletta on Lehtisen (s.a) tutkimuksien mukaan valmistettu Ranskassa tai mahdollisesti Ranskassa, neljä Englannissa, kaksi mahdollisesti Italiassa, yksi Kölnissä Saksassa ja kuuden osalta alkuperää ei ole ilmoitettu (Kuva 6). Tässä tutkielmassa käytetyt ajoitukset sekä alkuperätutkimukset raamattufragmenteista on tehnyt Anja Inkeri Lehtinen (s.a), mutta fragmentin Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.21 osalta ajoituksen on määritellyt Hartmut Hoffmann (1995: 114).

*Fragmenta membranea* -kokoelman raamattufragmentit edustavatkin siten suurelta osin Ranskassa valmistettuja 1200-luvun kaupallistumiskehityksen jälkeisiä kirjoja. Erityisesti Pariisin kaupungilla Ranskassa oli tärkeä rooli erilaisten raamattuversioiden kehityksessä keskiajan kuluessa, joten Ranskassa valmistettujen kirjojen suuri määrä aineistossa ei ole yllättävää.

Kaksi uudenlaista kirjatyyppiä ilmestyivät tässä vaiheessa kirjatuotannon kehitystä markkinoille. Toinen niistä oli glossattu Raamattu (Kuva 7). Raamatuissa oli ollut tätä ennenkin kommentteja, mutta 1100-luvun ensimmäisellä puoliskolla uudentyyppinen glossattu eli kommentoitu Raamattu kasvatti suosiotaan (de Hamel

2001: 108). Ensimmäisiä glossattuja Raamatuja olivat psalmit ja Paavalin kirjeet (de Hamel 2001: 108). Kirjat sisälsivätkin tyypillisesti edelleen vain jonkin yksittäisen Raamatun kirjan. Glossatussa Raamatussa teksti on aseteltu siten, että lukija pystyy erottamaan, mitkä tekstit ovat itse Raamatun tekstiä ja mitkä puolestaan kuuluvat kommentaariin. Kommentaariteksti sijaitsee sivun reunoiilla ja on kirjoitettu pienemmällä käsialalla, kuin Raamatun teksti. De Hamelin (2001: 109–110) mukaan noin vuodesta 1170 on olemassa lähteitä siitä, että kokoelmia glossatuista Raamattuista tilasivat itselleen vauraat asiakkaat. Nämä edustivatkin yhtä ensimmäistä kirjatyyppiä, joita valmistettiin ammattimaisesti yksityisille asiakkaille (de Hamel 2001: 110). Pariisista nämä uudentyyppiset Raamatut levisivät ympäri Eurooppaa, myös nykyisen Suomen alueelle Ruotsin valtakuntaan.



Kuva 7. F.m.V.BI.24 (Kansalliskirjasto, Helsinki) glossattu ranskalaista alkuperää oleva raamatufragmentti. Kuva: T. Niemelä

Tämän työn aineiston glossatut Raamatut on Lehtisen (s.a) mukaan valmistettu Ranskassa, mahdollisesti Ranskassa tai mahdollisesti Italiassa. Ranskassa valmistettuja glossattuja Raamatuja on yhteensä neljätoista, mahdollisesti Ranskassa

valmistettuja yhdeksän ja mahdollisesti Italiassa valmistettuja kaksi (Lehtinen s.a.). De Hamel (1986: 130) toteaa, että Pariisi ei ollut kuitenkaan ainoa kaupunki, jossa opiskelijat tarvitsivat kirjoja, vaan Euroopan toiseksi tärkein kaupunki kirja-tuotannon kannalta on 1200-luvulla ollut Bologna Italiassa. Myös Bologna oli jo tuolloin yliopistokaupunki.

Toinen Ranskassa muotoutunut kirjatyyppi puolestaan oli 1100-luvun jälkipuoliskolla tai 1200-luvun alussa kehittynyt meidän nykyäänkin tuntemamme kaltainen Raamattu, jonka sivut olivat ohuet ja entistä pienemmät, teksti oli tarkasti numeroituissa kappaleissa, punaiset ja siniset initiaalit merkitsivät uuden kappaleen alkua ja teksti kirjoitettiin pienellä käsialalla sekä mustalla musteella kahteen palstaan (de Hamel 1986: 113). Myös koristelu muuttui entistä vaatimattommaksi ja pergamentti entistä ohuemmaksi (de Hamel 2001: 116). Koko Raamattu oli nyt saatavilla yksissä kansissa, pienempien kokonaisuuksien sijaan. Nämä Raamatut olivat entistä pienikokoisempia, jonka vuoksi ne olivat myös helpompia kuljettaa mukana, ja niitä kutsutaan usein pariisilaisiksi Raamatuiksi (englanniksi *Paris Bibles*) (Brunius 2013 :67). Pariisilaiset Raamatut levisivät nekin glossattujen Raamattujen tavoin eri puolille Eurooppaa.

### 3.3 Aineiston tarkempi rajausta raamattufragmenttien kokoelman sisällä

Tutkimuksen data kerättiin punnitsemalla ja mittaamalla ortokuvista pinta-alaa, ja tämä työtapo asetti joitakin vaatimuksia aineistolle. Tietyt lehdet eivät fyysisten ominaisuuksiensa vuoksi soveltuneet tutkittavaksi valituilla metodeilla. Tästä syystä sellaiset sivut, joissa oli kiinni sidontanauhoilla pienempiä pergamentin palasia sekä sellaiset, joita oli nauhalla ommeltu kasaan, on jätetty aineiston ulkopuolelle. Ompeleet reissä ja sidontalangoilla pergamentissa kiinni olevat ylimääräiset pergamentin palat vaikuttavat mitattavan kappaleen massaun, joten niitä ei ollut mahdollista ottaa mukaan vertailuun. Lisäksi yksi käsikirjoitusfragmentti (Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.48) oli erittäin huonokuntoinen ja teipillä kasaan korjailtu. Myös tämä käsittely vaikuttaa fragmentin massaun, joten se on

tässä työssä rajattu pois tutkimuksen aineistosta. Lisäksi sellaiset pergamenttifragmentit, joita ei saatu helposti ja varovaisesti käsitellen suoraksi jätettiin aineiston ulkopuolelle. Valokuvaamisessa apuna käytettyjä käärmepainoja ei yritetty asettaa niille fragmenteille, jotka vaikuttivat jäykiltä ja siltä, että suoristaminen olisi saattanut vahingoittaa niiden materiaalia.

Raamatut, jotka rajautuivat edellä mainittujen kriteerien vuoksi kokonaan pois aineistosta ovat Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.3, F.m.V.BI.12, F.m.V.BI.28, F.m.V.BI.43, F.m.V.BI.48 ja F.m.V.BI.51. Loppujen aineiston Raamatujen kohdalla, jotka sisältävät sidontalankojen jäämiä tai ompeleita reissä, neliömassan laskeminen oli mahdollista vähintään yhden lehden osalta. Tällaiset Raamatut voitiin ottaa mukaan tämän työn aineistoon. Kaikkiaan viidestäkymmenestäkolmesta kokoelmaan kuuluneesta rekonstruoidusta Raamatusta työn aineistoon soveltui yhteensä neljäkymmentäseitsemän. Lehtiä tai kaksoislehtiä aineistoon kuului 89 kappaletta. Menetelmä näyttääkin siten olevan sopiva suurimmalle osalle valitusta aineistosta.

Työn tutkimuskohteena on keskiaikainen kirja, ja aineisto koostuu rekonstruoiduista kirjoista, jotka sisältävät vaihtelevasti 1–80 lehteä. Tämän työn puitteissa ei ollut mahdollista toteuttaa kaikkien näiden pergamenttifragmenttien neliömassan laskemista, sillä vaadittu työmäärä olisi kasvanut liian suureksi. Tästä syystä aineistoa jouduttiin rajaamaan pienemmäksi ja tutkimaan otoksen kautta käytössä olleen ajan vuoksi. Mikäli Raamattu sisälsi lehtiä tai kaksoislehtiä enemmän kuin neljä rajattiin tutkimukseen mukaan otettujen lehtien määrää. Tällaisissa tapauksissa mukaan otetut lehdet valikoituivat siten, että tutkimukseen valittiin satunnaisesti neljä lehteä tai kaksoislehteä tästä kyseisestä Raamatusta. Yhdestä Raamatusta on aineistossa mukana näin ollen joko kaikki sen sisältämät lehdet, lehtien määrän ollessa alle neljä, tai enintään neljä lehteä, mikäli lehtien määrä ylitti neljän. Rajauksen vuoksi tässä työssä ei tarkastella sitä eroavatko pergamenttien neliömassat toisistaan saman teoksen sisällä, vaikka myös tämä olisi ollut mielenkiintoinen näkökulma aiheeseen.

### 3.4 Konservointi

Pergamenttifragmenteille tehty konservointi on huomioitava asia tämän työn kannalta. Työssä tutkitaan pergamentin massaa sekä pinta-alaa, jonka vuoksi on tarpeellista muodostaa kuva siitä, mitä erilaisia toimenpiteitä aineistolle on aikaisemmin tehty, sillä ne voivat vaikuttaa tutkimukseen ja sen tuloksiin. Pergamentti on materiaalina kestävä, mutta silti satoja vuosia vanhat käsikirjoitukset vaativat säilykseen konservointia. *Fragmenta membranea* -kokoelman konservointi tehtiin osana laajempaa Koneen Säätiön ja Helsingin Sanomien Säätiön rahoittamaa projektia, jonka tavoitteena oli saada kokoelma digitoitua verkkoon kaikkien saataville (Vihakara 2012: 33; Vihakara & Findeisen 2012: 303). Fragmenttien digitointi edellytti niiden konservointia. Se, että fragmentteja voidaan digitoinnin jälkeen tarkastella tietokannasta verkossa edistää myös niiden säilymistä, sillä materiaalin käsittely on omiaan aiheuttamaan vauriota käsikirjoituksille.

Pergamenttifragmentit ovat kokeneet monenlaista käyttöä, joista niissä oli nähtävillä monenlaisia erilaisia vaurioita. Konservoinnilla pyrittiin korjaamaan näitä vaurioita. Tyypillisiä vauriota fragmenteissa olivat lika, reiät ja repeämät, musteen aiheuttama mustesyöpymä, home sekä palamisen ja kosteuden aiheuttamat muutokset (Hakala *et al.* 2014: 14). Käyttö voutien tilikirjojen kansina näkyi pergamenttifragmenteissa neulanjälkinä, taitteina materiaalissa sekä sidontalankojen jäänteinä (Vihakara 2012: 34). Konservointiprojektissa aineisto kuljetettiin Kansalliskirjastosta Helsingistä Mikkelin Digitointi- ja konservointikeskukseen, jossa itse konservointi toteutettiin vuosien 2009–2010 aikana (Vihakara 2012: 34; Vihakara & Findeisen 2012: 303).

Konservoinnin yksi tavoite oli mahdollistaa verkkotietokantaan mahdollisimman selkeät kuvat fragmenteista (Vihakara 2012: 35). Tämä tarkoittikin sitä, että fragmentit puhdistettiin pinnalta ja ne pyrittiin saamaan mahdollisimman suoriksi poistamalla pinnan laineilu ja taitteet (Vihakara 2012: 35). Tässä työssä pinta-alan laskemiseen tarvittavan ortokuvan kannalta kuvattavan materiaalin tuli olla mahdollisimman suora ja tasainen. Tehdyt konservointitoimenpiteet edistivätkin osaltaan tätä, vaikka joillekin pergamenttifragmenteista täytyi silti asetella painoja,

jotta kuvaaminen onnistui. Myöskään kaikkia ei saatu siitäkään huolimatta riittävän suoriksi kuvaamista varten.

Konservoinnissa pergamentin suoristaminen aloitettiin materiaalin kosteuttamisella, jossa otettiin huomioon pergamentin laatu sekä siinä olevat vauriot (Hakala *et al.* 2014: 15; Vihakara 2012: 35). Esimerkiksi sellaiset fragmentit, joissa oli homevaurioita tai mustesyöpymää, kostutettiin paikallisesti käyttäen vesi-isopropaanoliliuosta paikallisesti (Vihakara & Findeisen 2012: 316). Kosteuttamisen jälkeen lehdet suoristettiin joko pingottaen tai lasi- ja haulipainojen avulla (Vihakara 2012: 36). Edellä mainittu toimenpide kesti 15–18 tuntia, jonka jälkeen suoristusta jatkettiin vielä noin viikon ajan kevyen painon avulla (Vihakara 2012: 36). Digitointi ja konservointiprojektiin kuului vielä konservoinnin jälkeen suoritettu aineiston skannaus, joka toteutettiin kaikille pergamenttifragmenteille, jopa kaikin huonoimmassa kunnossa oleville (Vihakara & Findeisen 2012: 320–321). Tätä työtä varten ei voitu hyödyntää tietokannassa jo olevia kuvia, sillä pergamentista tuli ottaa useampi kuva eri suunnista ortokuvan luomiseksi.

## 4 Menetelmä

### 4.1 Neliömassa

Neliömassa (englanniksi *grammage* tai *basis weight*) on suure, joka kuvaa kaksikulotteisen kappaleen, yleensä paperin tai kartongin, massan suhteen määrään, ja ilmoitetaan pinta-ala yksikkönä tyypillisesti grammaa per neliömetri ( $\text{g/m}^2$ ) (Levlin 1999: 140). Neliömassan mittausta sisältää jonkin tietyn pinta-alaisen kappaleen punnituksen, ja paperiteollisuudessa tätä määrittää ISO 536, jonka mukaan testikappaleen koon tulisi olla ainakin  $500 \text{ cm}^2$ , mieluiten  $200 \times 250 \text{ mm}$  (Levlin 1999: 140). ISO tarkoittaa kansainvälistä standardisointijärjestöä; International Organization for Standardization. Tässä tutkielmassa pergamenttien pinta-alat vaihtelivat välillä  $2460,00 \text{ cm}^2$ – $380,00 \text{ cm}^2$ , sillä mittauksessa otettiin huomioon koko pergamenttifragmentti eikä vain näytettä fragmentista. Tämä johtuu siitä, että menetelmän tuli olla non-destruktiivinen.

Paperiteollisuudessa neliömassaa lasketaan usein siihen erikoistuneilla laitteilla (ks. esim. Sauhke 2017; Heiskanen 2009), mutta vastaavanlainen mittaus ei ole pergamenttifragmenttiaineistolle mahdollista. Paperiteollisuuden menetelmät ovat destruktiivisia ja vaativat usein tietynlaiset laitteet sekä tarkoin määritellyt olosuhteet. Sen vuoksi sovelsin ja testasin työssä uudenlaista vaihtoehtoista menetelmää, jonka voi toteuttaa ilman tähän tarkoitukseen kehitettyä laitteistoa sekä vahingoittamatta mitattavana olevaa materiaalia.

Neliömassan kaavana toimii seuraava:  $\rho A = \frac{m}{A}$

Kaavassa  $\rho A$  = neliömassa,  $m$  = massa ja  $A$  = pinta-ala

Aineistosta haluttiin saada laskettua yksittäisen pergamenttifragmentin neliömassa, jota varten tuli selvittää kunkin fragmentin kohdalla sen massa grammoina (g) sekä pinta-ala neliömetreinä (m<sup>2</sup>). Tulokseksi saadaan suure neliömassa (g/m<sup>2</sup>).

Pergamentin paksuus itsessään on haastavasti mitattavissa oleva suure. Tästä syystä tässä työssä paksuutta tarkastellaan sen sijaan suureen neliömassa avulla. Neliömassa ei suoraan ilmaise pergamentin paksuutta, vaan se kertoo mitattavan kappaleen massan suhteen määrään. Pergamentin ollessa sen sisäisestä paksuuden vaihtelusta huolimatta melko homogeeninen materiaali, voidaan neliömassa laske-  
malla saada keskiarvo yhden pergamenttifragmentin massan suhteesta määrään. Tällöin jätetään saman fragmentin sisällä olevaa paksuuden vaihtelua huomiotta. Paksuuden vaihtelu pergamenttilehden eri kohdissa on tosin sekin aikaisemmassa tutkimuksessa tehty havainto.

Pergamentin paksuus puolestaan liittyy siihen, kuinka paljon materiaalia on työstetty sen valmistusvaiheessa. Se viittaa näin ollen pergamentin valmistuksessa tarvittuun ammattitaitoon ja siihen kuluneeseen aikaan. Mitä ohuempaa pergamentti on, sitä enemmän aikaa sen valmistamiseen on käytetty. Sen laatua onkin tästä syystä mahdollista käyttää indikaattorina tarkasteltaessa kirjatuotannon kaupallistumiskehitystä sekä ammattimaistumista ja pergamentin laadun vaihtelua keskiajan kuluessa.

## 4.2 3D-mallintamisen soveltaminen neliömassan mittamiseen

3D-mallintaminen on arkeologiassa viime vuosina suosiotaan kasvattanut menetelmä (ks. esim. Debenjak 2015; Richards-Rissetto & Landau 2019). Menetelmää voidaan hyödyntää niin ilmiöiden dokumentointiin kentällä kuin myös arkeologisten esineiden mallintamisen tarpeisiin. Tässä työssä päädyttiin käyttämään 3D-mallintamista hyödyksi, sillä pergamenttifragmentit ovat usein reunoiltaan epätasaisia sekä repaleisia, ja niissä saattaa olla reikiä. Edellä mainitut asiat puolestaan vaikeuttavat pinta-alan mittaamista tarkasti muulla tavoin, esimerkiksi viivaimella. Tekemällä 3D-malli ja siitä edelleen ortokuva haluttiin myös välttyä kameran linssin aiheuttamalta mittasuhteiden vääristymältä, joka olisi voinut olla riskinä, mikäli pergamenttifragmenteista olisi otettu vain yksi kuva pinta-alan laskemista varten.

Kaikki aineiston käsittely tehtiin Kansalliskirjaston erikoislukusalissa, jonne materiaali oli tilattu etukäteen. Kuvaaminen tapahtui erikoislukusalissa suljetussa huoneessa, jotta muut salin käyttäjät eivät häiriintyneet siitä. Kuvatessa ei käytetty salamavaloa, vaan asetukset pyrittiin aina asettamaan vallitsevan valaistuksen (katossa oleva keinovalo sekä huoneessa olevasta ikkunasta tuleva luonnonvalo) mukaan siten, että kuvista saatiin mahdollisimman tarkat. Kuvatessa otettiin myös huomioon mahdolliset varjot ja niitä pyrittiinkin välttämään esimerkiksi ottamalla kuvat suunasta, josta varjoa ei syntynyt. Myös tästä syystä ei käytetty pöydälle asetettavia kirkkaampia valoja. Fragmenttien tekstisisältöjen erottuminen selkeästi ei ollut merkityksellistä, vaan kuvissa haluttiin saada mahdollisimman tarkasti näkyviin pergamenttifragmentin reunat, mahdolliset reiät ja näiden reunat sekä alla ollut millimetripaperi. Valokuvauksessa käytetyn kamerajalustan tuomista varten saatiin lupa kokoelmanhoitajalta. Ennen valokuvan ottamista fragmenttien päälle aseteltiin tarvittaessa käärmepainoja, jotta ne saatiin mahdollisimman suoriksi valokuvaamisen ajaksi. Painot sijoitettiin siten, että ne eivät estäneet pergamenttifragmenttien reunoja tai reikiä näkymästä kuvissa. Pergamenttifragmentin alle aseteltiin aina millimetripaperi kuvauksen ajaksi, jotta myöhemmässä vaiheessa



oli mahdollista luoda mittakaavassa oleva koordinaatisto Agisoft Metashape Professional -ohjelmalla (versio 1.5.4).

Jokaisesta fragmentista otettiin yhteensä 10-15 kuvaa, hieman fragmentin koon mukaan, eri suunnista siten, että jokaisen kuvan jälkeen kameraa siirrettiin aina n. 10cm oikealle pöydän ympärillä. Kuvauksessa käytettiin Nikon D810 kameraa, jossa oli Nikonin AF-S Nikkor 24mm 1:1.4G objektiivi, ja kamerajalustaa sekä kaukolaukaisinta, tärinän ja kuvan heilahtamisen minimoimiseksi (Kuva 8). Fragmenteista otettiin sekä JPG- että TIFF -muotoiset kuvat, mutta kaikki Agisoftilla käsitellyt kuvat olivat JPG-muotoisia.



Kuva 8. Työkuva fragmenttien valokuvaustilanteesta Kansalliskirjaston erikoislukusalissa. Kamera aseteltuna pöydän ylle jalustan avulla ja pergamenttifragmentti on pöydällä käärmepainojen alla suorana millimetripaperin päällä. Kuva: T. Niemelä.

Aineiston käsittelyyn käytettiin Helsingin yliopiston arkeologian opintosuunnan Digi-labissa seuraavalla laitteistolla:

- Lenovo Think Station, Intel(R) Xeon(R) W-2133 CPU @ 3.60GHz 3.60 GHz, Installed RAM: 64,0 GB (63,7 GB käytettävänä)
- GPU devices: GeForce GTX 1080 (20 compute units @ 1733 MHz, 8192 MB), joita oli käytössä kaksi

Pinta-alan laskemista varten tuli jokaisesta pergamenttifragmentista ensin tehdä yksitellen ortokuva, joka oli mahdollista siirtää paikkatieto-ohjelmaan realistisessa pergamentin todellista kokoa vastaavassa mittakaavassa. Ortokuva tarkoittaa kuvaa, jossa kuvattava kohde on suoraan ylhäältäpäin. Ortokuva on usean eri suunnasta otetun kuvan yhdistelmä. Ortokuvaa varten fragmentit kuvattiin yksitellen fotogrammetrian keinoja hyödyntäen. Kuvia otettiin useasta eri suunnasta siten, että niissä oli kussakin tarpeeksi päällekkäisyyttä, jotta ohjelma pystyi yhdistämään ne yhdeksi kuvaksi.

Ortokuvan tekeminen aloitettiin lisäämällä halutut kuvat tietystä pergamenttifragmentista Agisoftiin. Ensimmäisenä vaiheena (*Aligning photos*) ohjelma laskee kameroiden sijainnit ja tämän jälkeen se luo harvan pistepilven (Agisoft LLC 2018: 18–22). Asetuksista valittiin tähän tarkoitukseen toiseksi korkein tarkkuus (*high*) viidestä eri vaihtoehdosta. Seuraavassa vaiheessa harvasta pistepilvestä tehdään tiheä pistepilvi (*dense point cloud*) (Agisoft LLC 2018: 22–23). Tiheä pistepilvi tehtiin tarkkuudella *medium*. Tämän jälkeen ohjelma luo kolmioverkkomallin (*Build mesh*) perustuen pistepilveen (Agisoft LLC 2018: 23–26). Myös kolmioverkkomallissa käytettiin tarkkuutena tarkkuutta *medium*. Näillä asetuksilla saatiin pergamentin rajojen piirtämiseen tarvittava tarkkuus, joten niitä käytettiin kaikissa malleissa. Asetukset vaikuttivat siihen, miten kauan mallin luominen kesti.

Kolmioverkkomallin jälkeen rakennettiin mallille tekstuurit (*Build texture*), jossa ohjelma hakee malliin värit valokuvista (Agisoft LLC 2018: 26–29). Tässä työssä käytettiin tekstuurien luomisessa seuraavia asetuksia: *Mapping mode: Generic*, *Blending mode: Mosaic (default)*, *Texture count: x 4*.

Tekstuurien jälkeen mallissa käytettyihin kuviin määriteltiin vähintään kolme tunnettua pistettä (*Mark point*), jotka pystyttiin laskemaan mittakaavaan kuvatessa

pergamenttien alla olleiden millimetripapereiden avulla. Näin luotiin tiedostolle koordinaatisto, jonka avulla se saatiin mittakaavaan. Millimetri paperin pitkä sivu oli pituudeltaan 41 cm ja lyhyt sivu puolestaan 27 cm. Ohjelma käyttää matemaattista koordinaatistoa, jossa X akseli kasvaa oikealle ja Y akseli ylöspäin, joten oli mahdollista määrittää kolme koordinaattipistettä (0, 0) vasempaan alareunaan, vasempaan yläkulmaan (0, 41) ja oikeaan yläkulmaan (27, 41) (Kuva 9). Pisteiden merkitseminen vastaa arkeologiassa tyypillisemmin Agisoftilla tehtävien 3D-mallien, kuten kaivausalueen dokumentointiin liittyvien mallien, georeferointia. Millimetripaperin mitat syötettiin ohjelmaan metreissä esimerkiksi 0,41 m.



Kuva 9. Pergamenttifragmentin alla ollut millimetripaperia hyödynnettiin koordinaatiston luomisessa Agisoft Metashapella -ohjelmalla. Kuvan fragmentti on käsikirjoituksesta Helsinki, Kansalliskirjasto F.m.V.BI.2. Kuva: T. Niemelä.

Pisteiden määrittämisen jälkeen seuraavana vaiheena oli ortokuvan luominen (*Build orthomosaic*). Ortokuva puolestaan on mahdollista tallentaa GeoTIFF-muodossa (*Export orthomosaic*), joka voidaan avata ArcGis-paikkatieto-ohjelmassa. Tässä työssä kaikki ortokuvat tallennettiin GeoTIFF-muodossa jatkokäytettävyyden vuoksi.

### 4.3 Punnitseminen ja pinta-ala

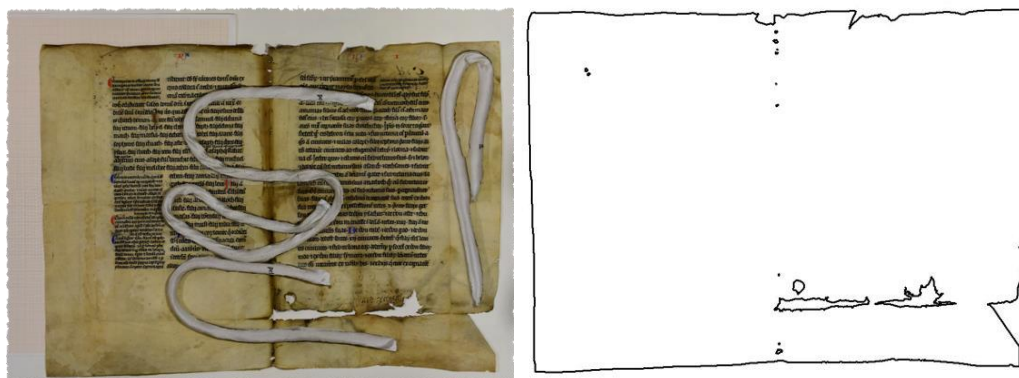
Kahdesta vaaditusta suureesta helpommin selvitettävä eli massa saatiin punnitsemalla lehdet yksitellen Precisa PJ 400C-3000D tarkkuusvaa'alla. Tarkkuusvaaka asetettiin tasaiselle alustalle Kansalliskirjaston erikoislukusalissa ja sen päälle laitettiin fragmentteja suurempi kartonki, jolle fragmentit voitiin laskea yksitellen punnitusta varten. Tässä vaiheessa vaaka nollattiin, jotta saatu luku vastaisi vain pergamentin massaa eikä kartongin ja pergamentin massaa. Massa selvitettiin kahden desimaalin tarkkuudella grammoina.

Pinta-alan selvittäminen oli mutkikkaampaa, koska pergamenttifragmentit ovat keskenään hyvin erikokoisia, reunoiltaan repaleisia sekä niissä esiintyy varsin usein myös reikiä. Aineiston luonteen vuoksi päädyttiin pinta-ala laskemaan ArcGis-paikkatieto-ohjelmassa.

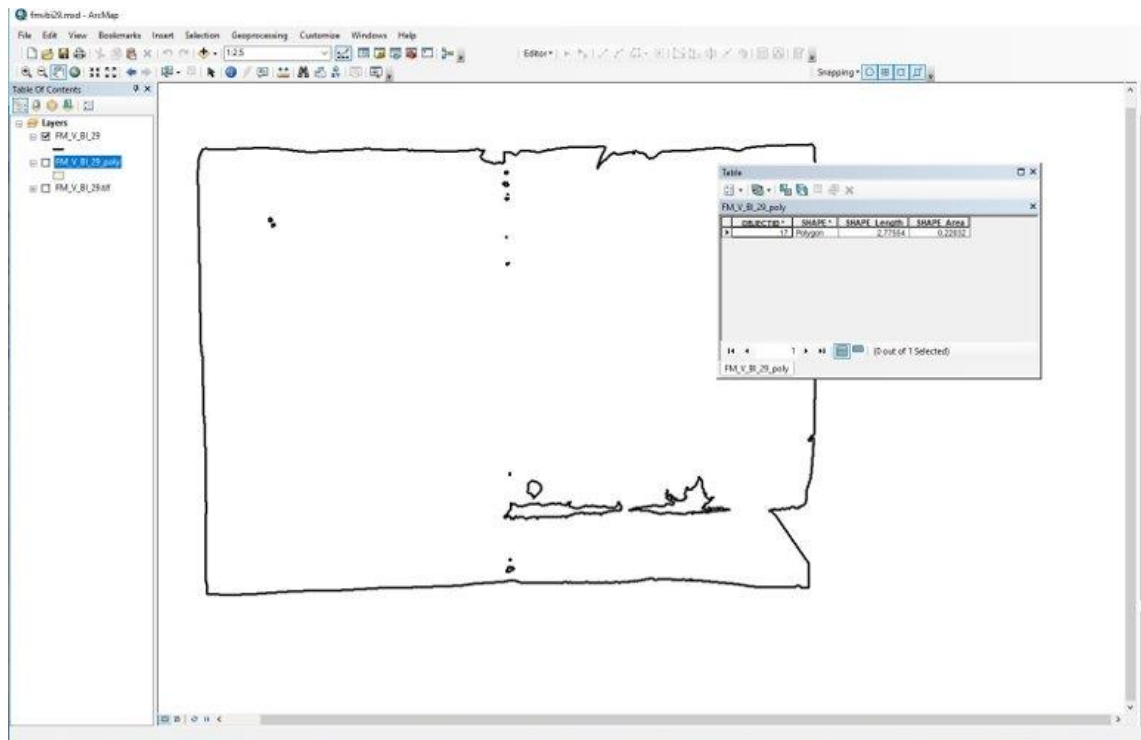
Pinta-alan laskemista varten pergamentista tehdyn ortokuvien reunat sekä niissä mahdollisesti olleet reiät piirrettiin Wacom Cintiq Pro 24 piirtonäytöllä käyttäen ArcMap-ohjelmaa sekä ArcCatalogia. Pergamenttien rajojen piirtämistä varten luotiin ArcCatalogissa uusi *File Geodatabase*, jonne jokaista fragmenttia kohden tehtiin oma *Feature class*, seuraavilla ominaisuuksilla: *Line features*, paikallinen koordinaattijärjestelmä sekä XY toleranssi; johon ohjelma tarjosi suoraan vaihtoehtoa 0,001 metriä, ja tämä todettiin riittäväksi vaadittuun tarkkuuteen nähden. Tämän jälkeen yksittäinen tiedosta voitiin avata ArcMapissa yhdessä GeoTIFF-tiedoston kanssa, joka oli myös määritelty samaan paikalliseen itse luotuun koordinaattijärjestelmään. Näin molemmat tiedostot toimivat samassa mittakaavassa ArcMapissa. Paikallinen koordinaattijärjestelmä luotiin seuraavilla tiedoilla:

- Projection: Local
- False\_Easting: 0,0
- False\_Northing: 0,0
- Scale\_Factor: 1,0
- Azimuth: 0,0
- Longitude\_Of\_Center: 0,0
- Latitude\_Of\_Center: 0,0
- Linear Unit: Meter (1,0)

Pergamenttien rajat sekä reiät piirrettiin ensin yksitellen piirtopöydällä viivamuotoisina *Geodatabases*ssa luotuun ja Arcmap:iin tuotuun tiedostoon. Tiedoston suurennosta muutettiin siten, että kuvasuhde oli 1:0,33, jolloin pienimmätkin epätaisuudet pystyttiin piirtämään hyvin tarkasti. Kaikkein pienimmät reiät jätettiin piirtämättä, sillä niiden merkityksen katsottiin lopputuloksen kannalta olevan tarpeettomia. Tällaisia reikiä olivat kooltaan alle 0,00001 m<sup>2</sup> pinta-alan omaavat reiät pergamentissa. Viivat muutettiin sitten työkalulla *Feature to polygon (data management)* polygoneiksi, joiden pinta-ala saatiin suoraan tiedoston attribuuttilukusta lukemalla (*Attribute table*) (Kuva 10; Kuva 11). Tässä vaiheessa ohjelma laski jokaiselle polygonille oman pinta-alansa. Suurimman polygonin, joka ilmaisi pergamentin reunoja, pinta-alasta oli siten laskettu pois muut pienemmät, sen sisällä olevat polygonit eli pergamentissa mahdollisesti olevat reiät.



Kuva 10. Vasemmalla valmis Agisoft Metashape -ohjelmalla tehty ortokuva sekä oikealla ArcMap -ohjelmalla ortokuvan perusteella piirtonäyttöä käyttäen piirretty polygon pergamenttifragmentista Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.29. Kuva: T. Niemelä



Kuva 11. Näkymä ArcMapissa: valmis polygon pergamenttifragmentista Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.29, jonka pinta-ala on nähtävissä suoraan ohjelman attribuuttitaulukosta. Kuva: T. Niemelä.

Pinta-alassa otettiin huomioon piirtovaiheessa viisi desimaalia, mutta neliömassan laskuvaiheessa kaksi desimaalia, koska tämä tarkkuus nähtiin riittäväksi tuloksien kannalta. Yksikkönä käytettiin neliömetriä ( $m^2$ ). Aikaa yhden pergamenttifragmentin pinta-alan selvittämiseen, ensin reunojen sekä reikien piirtämiseen ja sitten näiden viivojen muuttamiseen polygoneiksi, kului fragmentin reunojen epätasaisuudesta ja reikäisyydestä riippuen noin viidestä minuutista viiteentoista minuuttiin.

Pinta-alassa otettiin huomioon piirtovaiheessa viisi desimaalia, mutta neliömassan laskuvaiheessa kaksi desimaalia, koska tämä tarkkuus nähtiin riittäväksi tuloksien kannalta. Yksikkönä käytettiin neliömetriä ( $m^2$ ). Aikaa yhden pergamenttifragmentin pinta-alan selvittämiseen, ensin reunojen sekä reikien piirtämiseen ja sitten näiden viivojen muuttamiseen polygoneiksi, kului fragmentin reunojen epätasaisuudesta ja reikäisyydestä riippuen noin viidestä minuutista viiteentoista minuuttiin.

## 5. Tulokset ja pohdinta

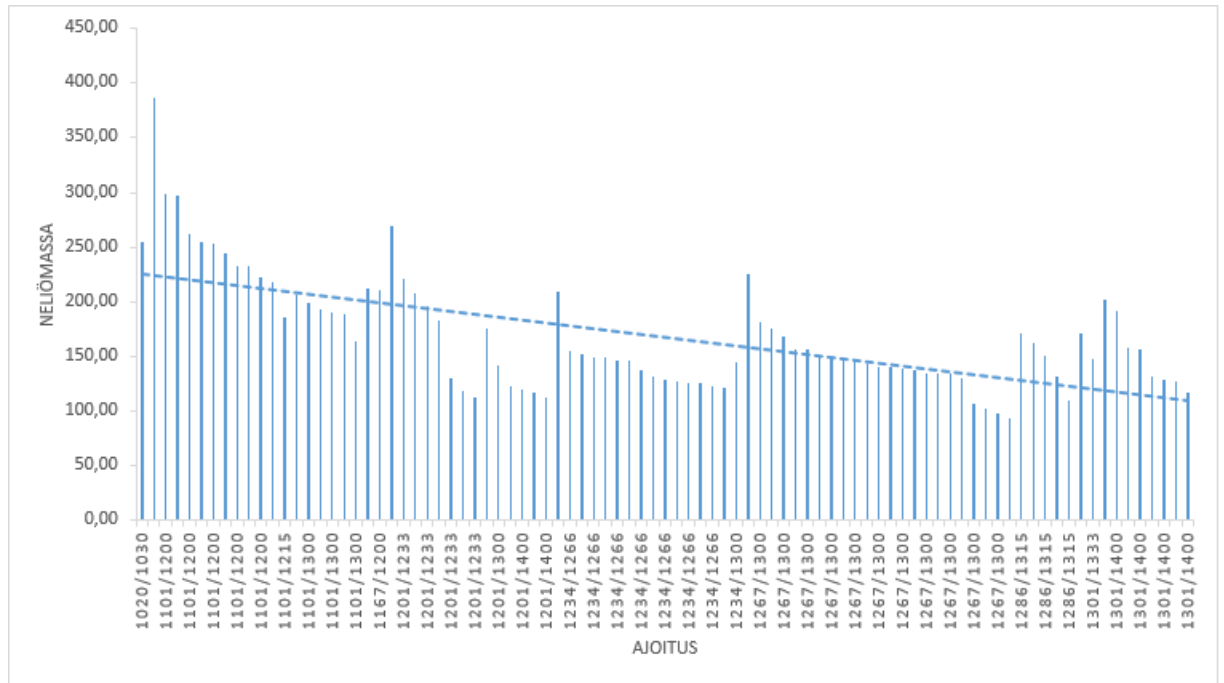
### 5.1 Raamattufragmenttien neliömassat

Neliömassa laskettiin jokaisen Kansalliskirjaston *Frgamenta membranea* -kokonelman Raamatun joko yhden tai maksimissaan neljän lehden tai kaksoislehden osalta. Aineistoon kuuluvat pergamenttifragmentit tietoinen ovat esitettyinä Liitteessä 1 sekä aineisto järjestyksessä suurimmasta neliömassasta pienimpään Liitteessä 2. Kuva 12 esittää aineistoon kuuluneiden pergamenttifragmenttien lasketut neliömassat kronologisessa järjestyksessä. Kuvaajan poikki menevä trendiviiva osoittaa, että neliömassat ovat laskevassa suunnassa ajoitukseen nähden. Joukossa on toki poikkeamiakin, mutta kaiken kaikkiaan on selvää, että neliömassat muuttuvat yhä pienemmiksi, mitä lähemmäs nykyhetkeä tullaan.

Aiemman pergamenttifragmentteihin kohdistuneen tutkimuksen perusteella on tuotu esiin, että pergamentti muuttuu ohuemmaksi sitä mukaan mitä enemmän sen tuotanto siirtyy luostareista kaupunkeihin ja valmistus muuttuu ammattimaisemmaksi (ks. Johdanto s. 1). Tässä työssä käsitelty aineisto näyttää neliömassojen perusteella noudattavan aiempaan tutkimukseen perustavaa hypoteesia siitä, että näin todella tapahtuu. Pienempi neliömassaluku kuvastaa laadullisesti ohuempaa ja siten ajallisesti ja työllisesti vaativampaa pergamentinvalmistusta. Aiemman tutkimuksen toteamaa laadullista havaintoa pergamentin ohenemisesta ei ole kuitenkaan ennen tätä varmistettu kvantitatiivisella menetelmällä.

Kaikkein suurin neliömassa koko aineistossa on fragmentilla Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.7, jonka neliömassa on 386,56 g/m<sup>2</sup>. Tämä fragmentti ajoittuu vuosiin 1101/1200. Pienin neliömassa (93,21 g/m<sup>2</sup>) puolestaan on fragmentilla Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.18, joka ajoittuu vuosiin 1267/1300 ja on valmistettu Ranskassa. Näiden kahden aineiston ääripäihin sijoittuvien tulosten varjolla voidaan todeta, että ajoitukseltaan varhainen, ei glossattu tuntematonta alkuperää oleva Raamattu on selkeästi laadullisesti paksumpaa pergamenttia, kuin laadultaan koko aineiston ohuin myöhäiskeskiajalla Ranskassa valmistettu raa-

mattufragmentti. Sama toistuu Kuvan 12 trendiviivan osoittamalla tavalla koko aineiston osalta ja suuret neliömassa-arvot sijoittuvat ajoitukseltaan aineiston varhaisempaan päähän.



Kuva 12. Pergamenttfragmenttien nelilömassat ( $\text{g/m}^2$ ) kronologisessa järjestyksessä valmistusajankohdan mukaan.

Kymmenen suurimman neliömassan omaavaa pergamenttfragmenttia ajoittuvat kaikki vuosiin 1101/1200 lukuun ottamatta yhtä fragmenttia, joka ajoittuu vuosiin 1020/1030. Kymmenen pienimmän neliömassan omaavaa fragmenttia puolestaan ajoittuvat vuosiin 1201/1233, 1201/1400, 1267/1300, 1286/1315 ja 1301/1400. Pienimmän neliömassan omaavat fragmentit ovat kaikki ajoitukseltaan selkeästi myöhempiä, 1200-luvulla tai sen jälkeen valmistettuja. Lisäksi kaikki kymmenen näistä on joko valmistettu tai mahdollisesti valmistettu Ranskassa. Kymmenen suurimman neliömassan fragmentin osalta valmistuspaikkaa ei ole tunnistettu kuin kolmen osalta, ja nämä kolme on valmistettu Ranskassa, Kölnissä Saksassa sekä Englannissa. Näyttääkin siltä, että varhaisempien käsikirjoitusten osalta ei voida tehdä johtopäätöksiä siitä, missä valmistuspaikoissa on minkäkin laatuista pergamenttia tehty, vaan paksuus on ollut eri puolilla samankaltainen. Kun taas myöhemmät fragmentit ovat selkeästi juuri nimenomaan ranskalaista tuotantoa, mikä liittyy erityisesti Pariisin kaupungissa Ranskassa tapahtuneeseen kirjojen kaupalliseen tuotantoon.



Työssä käytettiin Lehtisen (s.a) sekä yhden fragmentin kohdalta Hoffmannin (1995: 114) ajoituksia. Yhden rekonstruoidun Raamatun (Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.1) osalta ajoitukset osuvat vuosiin 1201/1400 (Lehtinen s.a.). Tällaisessa tapauksessa tulevaisuuden kannalta kyseisen Raamatun tarkempi ajoittaminen saattaisi tuoda paremmin esiin tarkastellun yhteyden neliömassan pienene-  
misen ja kirjan valmistusajankohdan suhteen. Kyseinen fragmentti sijoittuu aineistossa kaikkien tutkimuksessa mukana olleiden lehtiensä (4 kpl) osalta neljän-  
toista pienimmän neliömassan omaavan fragmentin joukkoon (ks. Liite 2). Siinä käytetty pergamentti on siten ollut laadultaan kaikkein ohuimmasta päästä koko tutkimusaineistoa.

Tutkimuksen tulosten perusteella on mahdollista todeta, että mikäli pergamentin laadun, sen paksuuden, muutosta pidetään indikaattorina kirjatuotannon kaupallistumiselle ja kehitymiselle ammattimaisemmaksi keskiajan kuluessa, näin todella tapahtuu tutkimuksen aineiston kohdalla. *Fragmenta membranea* -kokoelman raamattufragmenteista tehdyt neliömassalaskelmat osoittavat, että varhaisemmissa käsikirjoituksissa käytetty pergamentti on suhteessa paksumpaa kuin mitä myö-  
häisemmissä. Myöhempien Raamattujen pergamentin työstämiseen on siten käytetty enemmän aikaa valmistusvaiheessa kuin varhaisempien. Tässä tutkielmassa pergamentin valmistusta on käsitelty kappaleessa 2.1 Keskiajan kirja ja sen historia. Kappaleessa on tuotu esiin, että pergamentin valmistukseen liittyvien tietojen perusteella ohuempi lopputulos on vaatinut enemmän ammattitaitoa ja enemmän valmistusaikaa. Muutos pergamentin laadussa on myös yhdistetty kirjatuotannon kaupallistumiskehitykseen ja siirtymiseen luostareista yhä enemmän sekulaareille toimijoille kaupunkeihin yliopistojen nousun myötä.

## 5.2 Erot neliömassoissa Raamattujen ja glossattujen Raamattujen välillä

Yhtenä mielenkiintona tässä tutkimuksessa oli se, onko glossattujen Raamattujen ja Raamattujen neliömassojen välillä havaittavissa eroavaisuuksia. Nämä kaksi

raamattutyyppejä on tässä työssä eritelty siitä syystä, että glossatut Raamatut valmistettiin nimenomaan yliopisto-opiskelijoiden tarpeisiin. Aineiston glossattujen Raamattujen ajoitukset osuvat suppeammalle, mitä sellaisten Raamattujen, joissa ei ole glossaa (ks. Kuva 4; Kuva 5).

Tarkasteltaessa neliömassojen eroja Raamattujen, joissa ei ole glossaa ja niiden, joissa se on, voidaan huomata seuraavaa; glossatut Raamatut painottuvat neliömassoiltaan aineistossa pienimpiin. Neliömassaltaan suurin glossattu Raamattu on mahdollisesti Ranskassa valmistettu käsikirjoitus Helsinki, Kansalliskirjasto F.m.V.BI.52, jonka kahden tutkimuksessa mukana olevan lehden neliömassat ovat 212,12 g/m<sup>2</sup> ja 210,41 g/m<sup>2</sup>. Ne sijoittuvat koko tutkimuksen aineistossa vasta sijalle 20. ja 21., kun yhteensä pergamenttifragmentteja on mukana 89 kappaletta ja ensimmäisellä sijalla on kaikkein suurimman neliömassan omaava fragmentti. Tämä osoittaa, että glossattujen Raamattujen pergamentin paksuus on selkeästi pienempi, kuin sellaisten aineiston Raamattujen, joissa glossaa ei ole. Alla taulukossa on esitetty se, miten neliömassat jakautuvat koko aineistossa Raamattujen ja glossattujen Raamattujen osalta (Taulukko 1).

## **Taulukko 1.**

### **Raamattufragmenttien neliömassat**

Raamatut ilman glossaa	386,56 g/m <sup>2</sup> – 93,21 g/m <sup>2</sup>
Glossatut Raamatut	212,12 g/m <sup>2</sup> – 102,59 g/m <sup>2</sup>

Tuloksista käy ilmi, että sekä suurin että pienin neliömassa kuuluvat Raamatulle, jossa ei ole glossaa. Lasketuista neliömassa-arvoista nähdään myös, että ilman glossaa olevien Raamattujen neliömassat vaihtelevat paljon suuremmin, kun taas glossattujen Raamattujen väliset laadulliset erot ovat pienempiä niiden neliömassojen perusteella. Niiden valmistus on ollut tasalaatuisempaa ja ajoittunut jo siihen vaiheeseen kirjatutannon kehitystä, kun valmistus on ollut ammattimaisesti kaupungeissa tapahtuvaa ja yliopistolaitokset ovat jo syntyneet. Glossatut Raamatut indikoivatkin uudenlaista aiemmasta poikkeavaa Raamattutyyppejä, joita ei

enää valmistettu luostareissa niiden käyttöön. Niitä tutkimalla voidaan päästä käsiiksi yhteen kehityslinjaan, jota kirjojentuotanto ja siten edelleen myös pergamentin valmistus, kokivat keskiajan kuluessa.

Aineiston glossatut Raamattujen alkuperämaat ovat Lehtisen (s.a) mukaan Ranska tai mahdollisesti Ranska sekä mahdollisesti Italia. Yliopistokaupungeissa, eli Pariisissa, Bolognassa ja Oxfordissa, yliopiston toimijat hallitsivat suurelta osin kirjakauppaa (Watson 2003: 9). Se, että tämän tutkielman aineiston glossattujen Raamattujen alkuperämaina ovatkin juuri Ranska ja Italia, käy hyvin yksiin niiden käyttötarkoituksen kanssa.

### 5.3 Neliömassan suhde fragmentin pinta-alaan

Neliömassan lisäksi tarkasteltiin sitä, miten neliömassa suhteutui pergamenttifragmentin pinta-alaan. Glossatut Raamatut olivat usein isompikokoisia kirjoja, kuin esimerkiksi helposti mukana kuljetettavat pariisilaiset Raamatut (ks. 3.2 *Fragmenta membranea* -kokoelman raamattufragmentit s. 19). Haluttiinkin tarkastella sitä, oliko isoissa kirjoissa käytetty laadultaan paksumpaa pergamenttia kuin mitä pienemistä lehdistä valmistetuissa kirjoissa.

Liitteessä 3. oleva kuvaaja esittää pergamenttifragmentit vasemmalta oikealle pienimmän pinta-alan omaavasta suurimpaan. Kuvaajan pystydiagrammit puolestaan esittävät neliömassoja. Kuvaajan poikki menevä neliömassaa kuvaava trendiviiva on laskusuuntainen, mitä suurempaan pinta-ala lukuun mennään.

Tulokset osoittava, että tutkitun aineiston perusteella fragmentin pinta-alalla, eli kirjan koolla, ei ole merkittävää yhteyttä kirjan sivujen paksuuteen. Kuvaajassa (Liite 3) näkyy, että päinvastoin neliömassat ovat pienempiä tultaessa suurempaan pinta-alalukuun. Kuvaaja myös osoittaa, että sekä pienistä että suurista pinta-aloista löytyy sekä suuria että pieniä neliömassalukuja. Mikäli ilmiötä haluttaisiin tutkia vielä tarkemmin, tulisi aineistoon valita esimerkiksi vain kokonaisia kaksoislehtiä ja vertailla näiden pinta-alojen suhdetta neliömassoihin. Sillä ongelmia tuottaa nyt kysymys siitä, kuinka mitattu pinta-ala vastaa fragmentin todellista

pinta-alaa. Varsinkin pinta-alaltaan pienimmät pergamenttifragmentit ovat vain osia todellisista sivuista.

#### 5.4 Uusi menetelmä raamattufragmenttien paksuuden tutkimiseen

Tässä työssä sovellettiin paperiteollisuuden paperiin sekä kartonkiin käyttämää suuretta neliömassaa, eli massan suhdetta määrään, pergamenttifragmenttien paksuuden tutkimiseen. Neliömassaa käytettiin paksuuden sijasta, sillä sen katsottiin olevan sopiva suure tai korvikemuuttuja (*proxy variable*) paksuuden tarkastelulle tilanteessa, jossa pergamentin keskimääräistä paksuutta vaikea määritellä paksuuden paikallisen vaihtelun vuoksi. Koska pergamentin paksuus heijastaa sen työstöastetta ja laatua, neliömassaa on mahdollista tietyissä rajoissa käyttää korvikemuuttujana myös pergamentin laadun tarkastelussa.

Neliömassan laskemista varten kehitettiin uusi menetelmä. Jotta neliömassa oli mahdollista laskea, tuli aineistosta saada selvillä kunkin yksittäisen pergamenttifragmentin osalta sen massa sekä pinta-ala. Aineiston erityisluonteen, sidoksistaan irti olevia pergamenttilehtiä sekä -kaksioislehtiä, vuoksi jokaisen fragmentin massa oli mahdollista mitata tarkkuusvaa'alla yksitellen. Pinta-alan laskeminen oli haastavampaa, joten sitä varten sovellettiin arkeologisessa tutkimuksessa viime vuosina suositaan kasvattanutta 3D-mallinnusta. Tätä varten käytettiin kahta eri tietokoneohjelmaa; Agisoft Metashape Professionalia, jolla luotiin ensin valokuvaan perustuva 3D-malli ja siitä edelleen ortokuva GeoTIFF-muodossa sekä ArcGis-paikkatieto-ohjelmaa pergamenttien rajojen piirtämiseen, muuntamiseen polygoneiksi ja edelleen polygonien pinta-alan selvittämiseen attribuuttitaulukosta. Selvittämällä pergamentin reunojen rajojen mukaan piirrettyjen polygonien pinta-ala saatiin tietää yksittäisen raamattufragmentin pinta-ala neliömassan laskukaavaa varten. Menetelmää varten tarvitaan siis edellä esitetyt ohjelmat, tietokone, joka on tarpeeksi tehokas ohjelmille ja lisäksi piirtämistä helpottamaan voi-

daan käyttää piirtonäyttöä. Piirtämisen on mahdollista tehdä myös tietokoneen hiirellä klikkaamalla, mutta tässä työssä huomasin, että piirtonäytön käyttäminen nopeuttaa prosessia huomattavasti.

Keskiaikaiset pergamenttifragmentit ovat merkittäviä jäänteitä historiasta, ja tästä syystä oli tärkeää kehittää menetelmä, joka ei vahingoittaisi tutkittavaa materiaalia. Punnitseminen ja valokuvaaminen olivat sellaisia toimenpiteitä, joita voitiin aineistolle suorittaa niitä vaurioittamatta. Valokuvaamista varten tarvittavia käärmepainoja käytettiin pergamentin saamiseksi suoraksi, mutta mikäli materiaali oli kovin jäykkää ei sitä pyritty saamaan suoraksi väkisin, vaan tällaiset pergamenttifragmentit jätettiin aineiston ulkopuolelle.

## 5.5 Menetelmän haasteet

Pergamenttifragmentit ovat hyvä osoitus niiden valmistusmateriaalin kestäväyydestä. Ne ovat säilyneet uskomattoman hyvässä kunnossa keskiajalta nykypäivään saakka. Materiaalin ollessa erittäin säilyvää, se on kuitenkin samaan aikaan erityiskohtelua vaativaa. Ainutlaatuisia pergamenttifragmentteja tulee kohdella varoen valvotuissa olosuhteissa. Tässä työssä kehitetty ja testattu menetelmä ei ole destruktiivinen, mutta se ei siitä huolimatta sovellu ihan kaikille fragmenteille. Pinta-alaa varten fragmentti tulee saada mahdollisimman litteäksi alustaa vasten. Mikäli kaksoislehti on taitokseltaan kovin jäykkä ei sitä tule pyrkiä painoin pakottamaan litteäksi. Menetelmä ei tällaisenaan sovellu kaikkien fragmenttien tarkasteluun, ja toimiikin parhaiten sellaisille fragmenteille, jotka pysyvät suorina tai lähes suorina ilman painoja. Pergamenttifragmenteille tehty konservointi mahdollisti osaltaan sen, että useimmat fragmentit olivat tarpeeksi suoria valokuvaamista varten. Toisinaan fragmentin ollessa kovin reikäinen oli käärmepainojen asetteleminen haasteellista; painot eivät saaneet peittää reikiä, sillä reiät tuli pystyä erottamaan ortokuvasta.

Kappaleessa 3.5 Konservointi olen käynyt läpi *Fragmenta membranea* -kokoelmalle ja siten myös raamattufragmenteille tehdyt konservointitoimenpiteet. Kyseissä konservoinnissa fragmenteille tehtiin vain tietyt välttämättömiksi katsotut

toimenpiteet; pintapuhdistus ja taitteiden suoristaminen, jotta niistä saatiin mahdollisimman selkeät kuvat digitointiprojektiin (Vihakara 2012: 35). Pergamentit ovat kuitenkin kokeneet paljon jo ennen näitä konservointi toimenpiteitä. On mahdollista, että jotkin aiemmat pergamentteihin kohdistuneet toimenpiteet ovat vaikuttaneet massaan. Mahdollisista aiemmista konservointitoimenpiteistä ei ole saatavilla vastaavanlaista tarkkaa raporttia, joten on mahdotonta sanoa sen enempää kuin, mitä fragmenteissa on silmin havaittavissa. Menetelmä, jossa pergamenttfragmentin tämänhetkinen massa punnitaan, on mahdotonta ottaa huomioon aiemat massa vaikuttaneet seikat, mikäli näistä ei olla tietoisia. Fragmentit eivät kenties ole tässä suhteessa samalla viivalla, mikäli käsittelyä on tehty vain osalle aineistosta. Konservoinnissa ei myöskään poistettu sidontalankojen jäämiä (Vihakara 2012: 34) ja sellaiset fragmentit, joissa näitä edelleen oli, jouduttiin jättämään pois tämän työn aineistosta.

Menetelmä koostuu useasta eri vaiheesta. Tämän vuoksi jokainen vaihe tulee tehdä suurella huolellisuudella. Varsinkin valokuvaamiseen tulee kiinnittää huomiota; kuvia tulee ottaa tarpeeksi paljon ja useasta eri suunnasta, kuitenkin tarpeeksi suuri päällekkäisyys kuvien välillä huomioiden. Kuvia lisättäessä Agisoftiin kannattaa ottaa huomioon niiden laatu. Joukossa olevat epätarkat tai heilahtaneet kuvat saattavat vaikuttaa negatiivisesti lopputulokseen. Myös aineiston ollessa näin suuri vaaditaan tarkkuutta siinä, etteivät pergamenttien kuvat sekoitu toisiinsa ja aiheuta virheitä 3D-malleihin ja edelleen ortokuvaan.

Käytettäessä tietokoneohjelmia tulee myös huomioida se, että ohjelma ei aina toimi toivotulla tavalla. Tämä vaikuttanee lähinnä ajankäyttöön, sillä toisinaan samoja vaiheita täytyi toistaa uudelleen ohjelman sammumisen tai muun virheen vuoksi. Lisäksi pergamentin rajoja piirrettäessä tulee olla tarkka, mikäli viivat eivät tartu toisiinsa kiinni, ei niistä saa muodostettua polygoneja seuraavassa työvaiheessa. Edellä kuvattua viivojen yhtenäisyyttä pystyy helpottamaan käyttämällä ArcMapissa *Snapping* -työkalua, jonka *Snap To Sketch* -toiminto edesauttaa sitä, että tehdyt viivat kiinnittyvät toisiinsa jättämättä piirroksen rakoja.

Työssä kehitellyn ja testatun menetelmän ongelmiksi voidaankin todeta se, että sitä voidaan soveltaa vain osaan pergamenttiframeista. Pergamentin kunto tai sille tehty konservointi (esim. teippaaminen) voi estää joissain tapauksissa sen,

ettei koko keskiaikaisesta rekonstruoidusta kirjasta pystytä laskemaan yhdenkään sen lehden neliömassaa. Lisäksi pergamentissa kiinni olevat ompeleet tai siihen sidontalangoilla kiinnitetyt pergamentin kappaleet estävät massan selvittämisen luotettavasti.

Ongelmia voi myös tuottaa monesta eri vaiheesta koostuva prosessi, jolla pinta-ala saadaan fragmenteista selville. Vaiheet pinta-alan selvittämiseksi vaativat kaksi erilaista tietokoneohjelmaa, ja tätä on jo edeltänyt jokaisen fragmentin valokuvaaminen. Mikäli tutkimukselle halutaan tarpeeksi suuri vertailuaineisto ovat käsiteltävien fragmenttien ja siten myös erilaisten työprosessien vaatimat tiedostojen (kuvat, 3D-mallit, ortokuvat, *Feature class*) määrät suuria, joka sekin luo omat haasteensa tiedostojen säilyttämisen ja hallinnan kannalta.

## 6 Johtopäätökset

Tässä tutkielmassa olen kehittänyt sekä testannut uutta menetelmää, jolla yksittäisen pergamenttifragmentin neliömassa eli massan suhde määrään (tässä työssä  $\text{g/m}^2$ ) voidaan laskea. Menetelmä perustuu paperiteollisuuden käyttämään suureen neliömassaan ja sen laskemiseen, kun tiedossa on laskettavan kappaleen massa sekä pinta-ala. Aineistona oli Kansalliskirjaston *Fragmenta membranea* -kokoelman pergamenttiset raamattufragmentit. Raamattufragmentteja kuuluu kokoelmaan yhteensä viidestäkymmenestäkolmesta rekonstruoidusta keskiaikaisesta Raamatusta. Näistä tutkielman aineistoon kuului lehtiä neljästäkymmenestäseitsemästä eri Raamatusta. Yksittäisiä lehtiä, joiden neliömassat laskettiin, oli mukana yhteensä kahdeksankymmentäyhdeksän kappaletta. Työn aineisto rajautui sen mukaan, mihin pergamenttifragmentteihin kehitettyä menetelmää voitiin soveltaa. Tästä syystä aineistoon ei otettu mukaan sellaisia fragmentteja, joita ei saatu täysin suoraksi tai sellaisia, joissa oli kiinni teippiä, sidontalankojenjäämiä tai ompeleilla sidottuja ylimääräisiä pergamentin kappaleita. Aineisto myös rajattiin käytettävissä olleen ajan mukaan.

Työn tavoitteena oli selvittää, soveltuuko kehitetty menetelmä pergamenttifragmenttien laadullisten erojen tutkimiseen. Menetelmää testattiin *Fragmenta membranea* -kokoelman raamattufragmentteihin, joissa oletettiin olevan laadullisia eroja aikaisemman keskiaikaisiin käsikirjoituksiin ja kirjatuotantoon kohdistuneen tutkimuksen perusteella. Aineistossa Raamatut ilman glossaa ja glossatut Raamatut eroteltiin toisistaan, sillä haluttiin tutkia olisiko näiden välillä havaittavissa eroavaisuuksia. Yhtenä mielenkiinnon kohteen oli myös, oliko aineiston suurempisivuisissa kirjoissa käytetty paksumpaa pergamenttia, kuin pienempi sivuisissa kirjoissa.

Kehitetyllä menetelmällä voitiin onnistuneesti laskea yksittäisen pergamentin neliömassa. Tätä varten selvitettiin jokaisen pergamenttifragmentin massa sekä pinta-ala. Massa selvitettiin punnitsemalla fragmentit yksitellen tarkkuusvaa’alla. Pinta-ala puolestaan selvitettiin valokuvaamalla jokainen fragmentti tarvittaessa käärmepainoilla suoristettuna. Kuvia otettiin jokaisesta fragmentista 10–15 kappaletta eri suunnista, jotta niistä voitiin Agosoft Metashape Professional -ohjelmalla luoda todellista kokoa vastaava mittakaavassa oleva ortokuva GeoTIFF-muodossa. Tätä tiedosta käytettiin edelleen ArcMap-ohjelmassa, jonne tuotiin ArcCatalogin *Geodatabases* luotu tiedosto, johon pergamenttien reunat sekä niissä mahdollisesti olevat reiät piirrettiin piirtonäytöllä. Viivamuotoiset reunat muunnettiin polygoneiksi, joiden pinta-ala saatiin selville ohjelman attribuuttitaulukosta lukemalla. Tiedossa olevat massat ja pinta-alat laskettiin neliömassan kaavalla ja tulokseksi saatiin yksittäisten pergamenttien neliömassat eli toisiinsa vertailtavissa olevat suuret. Koska menetelmällä saatiin tulokseksi haluttu vertailtavissa oleva suure – oli työn uuden menetelmän kehittämis- ja testausosio onnistunut. Pergamenttifragmenttien tiheyttä voidaan selvittää paperiteollisuuden käyttämää suuretta neliömassaa paksuuden korvikemuuttujana hyödyntäen.

Aineistona toimineet raamattufragmentit omaavat vaihtelevia neliömassoja. Neliömassat jakautuivat aiempaan tutkimukseen perustuvien ennakko-oletuksien mukaan siten, että varhaisemmat pergamentit olivat selkeästi paksumpia kuin myöhemmän valmistusajankohdan omaavat. Työn aineiston raamattufragmenteista on havaittavissa muutos, jossa varhaiset eli ennen kirjatuotannon kaupallistumista



ja pergamentin valmistuksen ammattimaistumista tehdyt Raamatut ovat neliömas-  
saltaan suurempia, kuin myöhemmin valmistetut Raamatut. 1200-luvulla kirjatuo-  
tanto oli siirtynyt luostareista myös kaupunkeihinkin, johon yhtenä vaikuttavana  
syynä oli yliopistojen syntyminen sekä niiden tuottama tarve kirjoille. Tämä kehi-  
tys kirjatuotannon historiassa voitiin nähdä myös tutkimuksen aineistoon kuulu-  
neiden pergamenttifragmenttien laadussa.

Tässä työssä haluttiin myös saada selvillä, voidaanko Raamattujen ja glossattujen  
Raamattujen välillä havaita joitakin eroja pergamentin laadussa. Voidaan vahvoin  
perustein olettaa, että glossatut Raamatut olivat juuri yliopistojen tarpeisiin val-  
mistettuja ja indikoivat siten kaupungeissa tapahtunutta kirjojen valmistusta. Ne  
ajoittuvat aineistossa suppeammalle aikavälille kuin sellaiset Raamatut, joissa ei  
ole glossaa. Vertailemalla näiden kahden erityyppisen Raamatun neliömassoja ha-  
vaittiin, että glossattujen Raamattujen neliömassat ovat pienempiä. Niissä käytetty  
pergamentti on siten laadultaan ohuempaa. Ohuempi pergamentti puolestaan selit-  
tyy myöhäisemmällä valmistusajankohdalla, jolloin kirjatuotanto oli jo kehittynyt  
ammattimaisempaan suuntaan. Ohuempi pergamentti tarkoittaa suurempaa työ-  
määrää sen valmistusvaiheessa, joka on vaatinut tekijältä enemmän aikaa sekä  
ammattitaitoa. Neliömassan laskeminen todisti, että laadullisia eroja voidaan las-  
kennallisesti tuoda esiin ja siten myös vahvistaa ja tarkentaa jo aikaisemmin teh-  
dyn tutkimuksen havaitsemat muutokset.

Mielenkiintoisena nähtiin myös kysymys siitä, onko pergamentin laadulla eli sen  
neliömassa-arvolla yhteyttä pergamenttilehden koon kanssa. Aineiston perusteella  
todettiin, että korrelaatiota sen välillä oliko isommissa kirjoissa käytetty keski-  
määrin paksumpaa laatua olevaa pergamenttia, ei voida tämän tutkimuksen puit-  
teissa todeta. Tulevaisuudessa tämän asian tutkimiseen voitaisiin kiinnittää kuiten-  
kin huomiota. Tällöin aineistoon tulisi valikoida ainoastaan mahdollisimman  
eheinä, todellista kokoaan vastaavia, lehtinä tai kaksoislehtinä säilyneitä perga-  
menttifragmentteja.

Tässä työssä olen tarkastellut *Fragmenta membranea* -kokoelman raamattufrag-  
mentteja, jotka ovat vain murto-osa kaikista kokoelmaan kuuluvista keskiaikai-  
sista pergamenttifragmenteista. Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista soveltaa  
menetelmää laajemmin myös muuhun kokoelman fragmenttiaineistoon. Laajempi

neliömassojen tarkastelu tuottaisi lisää tietoa siitä, millä tavalla kirjatutannon muutokset voivat näkyä koko olemassa olevan aineiston osalta. Kiinnostavaa olisi myös tarkastella poikkeavatko Raamattujen neliömassat verrattuna muun tyyppiin keskiaikaisiin kirjoihin. Menetelmää voisi soveltaa myös muihin kuin Kansalliskirjaston käsikirjoituskokoelmaan, sillä keskiaikaisia käsikirjoitusfragmentteja on säilynyt paljon muuallakin Euroopassa.

Neliömassan avulla olisi mahdollista tutkia pergamentin tasalaatuisuutta saman teoksen sisällä. Monissa Kansalliskirjaston *Fragmenta membranacea* -kokoelmaan kuuluvissa rekonstruoiduissa kirjoissa on säilynyt useita lehtiä. Tarkastelemalla sitä, kuinka näiden samaan kirjaan kuuluvien lehtien neliömassat eroavat toisistaan voitaisiin paneutua kysymykseen pergamentin tasalaatuisuudesta yhden kirjan lehtien osalta. Tasalaatuisuuden kautta puolestaan olisi mahdollista tarkastella sitä, muuttuuko pergamentti tasalaatuisemmaksi keskiajan myötä yhdessä kirjatutannon ammattimaistumisen kanssa, kuten voitaisiin olettaa.

## Kiitokset

Lopuksi haluan vielä ilmaista lämpimät kiitokset työni ohjaajalle Kansalliskirjaston tietoasiantuntijalle dosentti Jaakko Tahkokalloille, jonka ansiosta myös alun perin löysin opintojeni alussa tien keskiaikaisten käsikirjoitusten maailmaan. Hän oli aina valmiina auttamaan ja kommentoimaan työtäni koko prosessin ajan.

Haluan myös kiittää Helsingin yliopiston lahjoitusrahastojen humanististen tieteiden rahastoa saamastani apurahasta, stipendi humanististen tieteiden perustutkinto-opiskelijalle, jonka turvin pystyin ajoittain keskittymään vain kirjoitusprosessiin.

## Lähteet

### Painamattomat lähteet

- Eskola, S. 2008. *Käsikirjoituksista tilikirjojen kansiksi – Keskiaikaisten pergamenttifragmenttien käyttö tilikirjojen kansilehtinä Juhanan herttuakunnassa 1556–1563*. Pro gradu -tutkielma. Humanistinen tiedekunta, historian laitos, Helsingin yliopisto.
- Heiskanen, H. 2009. *Paperin paksuuden optinen mittaaminen*. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu.
- Helamaa, M. & Uotila, K. 2018. *RAUMA, Luostarinkatu. Konekaivun valvonta ja pelastuskaivaus historiallisen ajan kaupunki- ja luostarikohteessa 13.9.–21.11.2017*. Museovirasto.
- Kasso, T. 2017. *Medieval Volumes of Great Worth: Delimiting Sample Size for Radiocarbon Dating of Parchment*. Pro gradu -tutkielma. Humanistinen tiedekunta, historian, kulttuurien ja taiteiden tutkimuksen laitos, Helsingin yliopisto.
- Lehtinen, A. I. s.a. *V. Bibliae & theologiae auctores; VI. Iuridica*. Julkaisematon luettelo. Helsinki: Kansalliskirjasto.
- Sauhke, S. 2017. *Paperin neliömassamittaus. Paper Labin mittaustarkkuuden parantaminen*. Opinnäytetyö. Centria-Ammattikorkeakoulu.

### Painetut lähteet

- Bischoff, B. 1990. *Latin Palaeography: Antiquity and the Middle Ages*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brown, M. 2018. Teviotdale, E. C., 1955-; Turner, N, 1960-. *Understanding illuminated manuscripts : a guide to technical terms*. Uusittu painos, 2. painos. Los Angeles: The J. Paul Getty Museum.

- Brunius, J. 2017. The recycling of manuscripts in sixteenth-century Sweden. Å. Ommundsen & T. Heikkilä (toim.). *Nordic Latin Manuscript Fragments : The Destruction and Reconstruction of Medieval Books*: 66–81. New York: Routledge.
- Brunius, J. 2013. From manuscripts to wrappers : medieval book fragments in the Swedish National Archives : archival guide. *Skrifter utgivna av Riksarkivet* 35. Tukholma: Riksarkivet.
- Campana, M. G., Bower M.A., Bailey M. J., Stock, F., O’Connell T.C., Edwards C.J., Checkley-Scott C, Knight B., Spencer M. & Howe C.J. 2010. A flock of sheep, goats and cattle: ancient DNA analysis reveals complexities of historical parchment manufacture. *Journal of Archaeological Science* 37 (2010): 1317–1325.
- Cains, A. 1992. The Vellum of the Book of Kells. *The Paper Conservator: Journal of the Institute of Paper Conservation* 16 (1992): 50–61.
- Clanchy M.T., 2007. Parchment and Paper: Manuscript Culture 1100–1500. S. Eliot & J. Rose (toim.) *A Companion to the history of the book*: 194–206. Malden: Blackwell cop.
- Clemens & Graham. 2007. *Introduction to Manuscripts Studies*. Ithaca: Cornell University Press cop.
- Croenen, G. 2006. Patrons, authors and workshops. Books and book production in Paris around 1400. G. Croenen & P. Ainsworth (toim). *Patrons, authors and workshops. Books and book production in Paris around 1400*: 1–19. Lueven: Peeters.
- Debenjak, A. 2015. 3D-mallintaminen osana arkeologista arkea? Digitaalisen fotogrammetrian käyttö arkeologisessa dokumentoinnissa ja tutkimuksessa. *Muinaistutkija* 1/2015: 24–34.
- De Hamel, C. 2001. *The Book. A History of the Bible*. Lontoo: Phaidon.
- De Hamel, C. 1992. *Medieval Craftsmen: Scribes and Illuminators*. Lontoo: British Museum Press.
- De Hamel, C. 1986. *A History of Illuminated Manuscripts*. Oxford: Phaidon.

- Eskola, S. 2010. Käsikirjoitukset valtionhallinnon käsissä. T. Heikkilä (toim.) *Kirjallinen kulttuuri keskiajan Suomessa*: 376–378. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Gameson, R. 2011. The material fabric of early British books. R. Gameson (toim.) *The Cambridge History of the Book in Britain: Volume 1 c.400–1100*: 13–93. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gullick, M. 1991. From parchmener to scribe: some observations on the manufacture and preparation of medieval parchment based upon a review of the literary evidence. P. Rück (toim.) *Pergament. Geschichte, Struktur, Restaurierung, Herstellung*: 145–157. Sigmaringen: Jan Thorbecke.
- Haapanen, T. 1922. Verzeichnis der mittelalterlichen Handschriftenfragmente in der Universitätsbibliothek zu Helsingfors. I. Missalia. *Helsingin yliopiston kirjaston julkaisuja IV*. Helsinki: Helsingin yliopiston kirjasto.
- Haapanen, T. 1925. Verzeichnis der mittelalterlichen Handschriftenfragmente in der Universitätsbibliothek zu Helsingfors. II. Gradualia, lectionaria missae. *Helsingin yliopiston kirjaston julkaisuja VII*. Helsinki: Helsingin yliopiston kirjasto.
- Haapanen, T. 1932. Verzeichnis der mittelalterlichen Handschriftenfragmente in der Universitätsbibliothek zu Helsingfors. III. Breviaria. *Helsingin yliopiston kirjaston julkaisuja XVI*. Helsinki: Helsingin yliopiston kirjasto.
- Haggrén, G. 2005. Moisio – kartano – kirkko: Suurtalot ja kristinuskon juurtuminen varsinaiseen Suomeen. *SKAS* 2005/1: 12–26.
- Hakala, J., Keskiäho, J., Kervinen, J., Törrönen, H. & Vihakara, M. 2014. Fragmenta Membranea Project 2009–2012. Final Report. *The National Library of Finland Reports and Studies 1/2014*. Helsinki: Kansalliskirjasto.
- Harjula, J. 2012. Alustavia ajatuksia Turun Tuomiokirkon tuohikirjeestä. *SKAS* 2/2012: 3–21.

- Harjula, J. 2008. Arkeologia ja muuttuva keskiajan kirjallisen kulttuurin kuva. *Kasvatus & Aika* 3 (2): 7–25.
- Harjula, J. 2004. Laukun läppä. Teoksessa: M. Ahola, A. Hyvönen, A. Pihlman, M. Puhakka & M. Willner-Rönholm (toim.), *Got Woldes. Elämää hansa-ajan Turussa. 18.6.2004–27.2.2005, Turun linna*. Turun maakuntamuseo, näyttelykatalogi 34: 38–39. Turku: Turun maakuntamuseo.
- Harris, S. 2014. Introduction. Leather in archaeology: between material properties, materiality and technological choices. S. Harris & A. J. Veldmeijer (toim.) *Why Leather? The material and cultural dimensions of leather*: 9–22. Leiden: Sidestone Press.
- Heikkilä, T. 2017. From fragments towards the big picture: reconstructing medieval book culture in Finland. Å. Ommundsen & T. Heikkilä (toim.). *Nordic Latin Manuscript Fragments : The Destruction and Reconstruction of Medieval Books*: 82–111. New York: Routledge.
- Heikkilä, T. 2010a. Kirjallistumisen jäljillä. T. Heikkilä (toim.) *Kirjallinen kulttuuri keskiajan Suomessa*: 11–66. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Heikkilä, T. 2010b. Kirjaimet kirkon hallinnon palveluksessa. T. Heikkilä (toim.) *Kirjallinen kulttuuri keskiajan Suomessa*: 127–146. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Heikkilä, T. 2010c. Tilaustavaraa ulkomailta. T. Heikkilä (toim.) *Kirjallinen kulttuuri keskiajan Suomessa*: 309–312. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Heikkilä, T. 2009. *Piirtoja ja kirjaimia. Kirjoittamisen kulttuurihistoriaa keskiajalla*. Suomen Kirjallisuuden Seuran Toimituksia 1208. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Hiekkanen, M. 2014. *Suomen keskiajan kivikirkot*. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.

- Hiekkanen, M. 2004. An outline of the early stages of ecclesiastical organization in Finland. *Current Issues in Nordic Archaeology*: 161–165. Reykjavik: Society of Icelandic Archaeologists.
- Hoffmann, H. 1995. *Bamberger Handschriften des 10. und des 11. Jahrhunderts*. Hannover: Hahnsche Buchhandlung.
- Michael, M. A. 2008. Urban production of manuscript books and the role of the university towns. N.J. Morgan & R. Thomson (toim.) *The Cambridge History of the Book in Britain: Volume 2, 1100-1400*: 168–194. Cambridge: Cambridge University Press.
- Keskiaho, J. 2010a. Pappien koulutus ja oppineen papiston kirjat. T. Heikkilä (toim.) *Kirjallinen kulttuuri keskiajan Suomessa*: 147–181. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Keskiaho, J. 2010b. Seurakuntien ja seurakuntapappien kirjat. T. Heikkilä (toim.) *Kirjallinen kulttuuri keskiajan Suomessa*: 256–267. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Levlin, J-E. 1999. General physical properties of paper and board. J-E. Levlin & L. Söderhjelm (toim.) *Papermaking science and technology. Book 17, Pulp and paper testing*: 137–161. Helsinki: Fapet.
- Merisalo, O. 2003. *Manu scripta. Länsimaisen kirjan historia keskiajalla (500–1500)*. Jyväskylä: Kampus kustannus.
- Meyer, J. 2013. Parchment Production: A Brief Account. J. Wilcox (toim.) *Scarped, Stroked, and Bound. Materially Engaged Readings of Medieval Manuscripts*: 93–96. Turnhout: Brepolis.
- Palola, A-P. 1996. Yleiskatsaus Suomen keskiaikaisten seurakuntien perustamisajankohdista. *Faravid. Acta societatis historiae Finlandiae septentrionalis* 18-19 (1996): 67–104. Rovaniemi: Pohjois-Suomen Historiallinen Yhdistys r.y.
- Purhonen, P. 1998. Kristinuskon saapumisesta Suomeen. Uskontoarkeologinen tutkimus. *Suomen Muinaismuistoyhdistyksen aikakauskirja 106*. Helsinki: Suomen Muinaismuistoyhdistys.



- Richards-Rissetto, H. and Landau, K., 2019. Digitally-Mediated Practices of Geospatial Archaeological Data: Transformation, Integration, & Interpretation. *Journal of Computer Applications in Archaeology* 2 (1): 120–135. DOI: <http://doi.org/10.5334/jcaa.30>
- Ruohonen, J. 2018. Viimeisistä polttohautauksista ensimmäisiin kirkkoihin: Aura- ja Vähäjokilaakson kristillistyminen hautaustapojen ja kalmistojen perusteella. J. Harjula, S. Hukantaival, V. Immonen, T. Ratilainen & K. Salonen (toim.). Koroinen – Suomen ensimmäinen kirkollinen keskus. *Turun historiallinen arkisto* 71: 51–65. Turku: Turun Historiallinen Yhdistys.
- Ruohonen, J. 2016. Built of Wood and Turned to Soil: Perspectives of Research History and New Observations Concerning Finland's Oldest Churches with Reference to Ristimäki in Ravattula. P. Uino & K. Nordqvist (toim.) *New Sites, New Methods. Proceedings of the Finnish-Russian Archaeological Symposium, Helsinki, 19–21 November, 2014. Iskos* 21: 229–245.
- Roberts, C.H. & Skeat, T.C. 1983. *The Birth of the Codex*. Lontoo: British Academy.
- Rouse R.H. & Rouse M.A. 2000a. *Manuscripts and their makers : commercial book producers in medieval Paris, 1200-1500*. Volume 1. Turnhout: Harvey Miller cop.
- Rouse R.H. & Rouse M.A. 2000b. *Manuscripts and their makers : commercial book producers in medieval Paris, 1200-1500*. Volume 2. Turnhout: Harvey Miller cop.
- Rouse R.H. & Rouse M.A. 1990. The Commercial Production of Manuscript Books in Late-Thirteenth-Century and Early-Fourteenth-Century Paris. L.L. Brownrigg (toim.) *Medieval Book Production: Assessing the Evidence. Proceedings of the Second Conference of The Seminar in the History of the Book to 1500 Oxford, July 1998*: 103–116. Los Altos Hills: Anderson-Lovelace.

- Ryder, M. L. 1991. The Biology and History of Parchment. P. Rück (toim.) *Pergament: Geschichte, Struktur, Restaurierung, Herstellung*: 25–33. Sigmaringen: Jan Thorbecke.
- Ryder, M. 1964. Parchment—Its History, Manufacture and Composition. *Journal of Society of Archivists* 2 (1964): 391–399.
- Salonen, K. 2018. Kristinuskko saapuu Suomeen ja juurtuu pikku hiljaa. J. Harjula, S. Hukantaival, V. Immonen, T. Ratilainen & K. Salonen (toim.). Koroinen – Suomen ensimmäinen kirkollinen keskus. *Turun historiallinen arkisto* 71: 47–50. Turku: Turun Historiallinen Yhdistys.
- Stones, A. 2014. Scriptorium: the term and its history. *Perspective* (1) 2014: 113–120.
- Tahkokallio, J. 2019. Counting Scribes: Quantifying the Secularization of Medieval Book Production. *Book History* (22) 2019: 1–42.
- Tahkokallio, J. 2010. Kirjallisen kulttuurin ensi vaiheet Suomen lähetysseurakunnassa. T. Heikkilä (toim.) *Kirjallinen kulttuuri keskiajan Suomessa*: 71–80. Helsinki: Suomalaisen Kirjallisuuden Seura.
- Taitto, I. 2001. Catalogue of medieval manuscript fragments in the Helsinki university library. *Fragmenta membranea* IV:1–2. Antiphonaria. *Helsingin yliopiston kirjaston julkaisuja* 67. Helsinki: Helsingin yliopiston kirjasto.
- Thomson, R. 2008. Monastic and cathedral book production. N. J. Morgan & R. Thomson (toim.) *The Cambridge History of the Book in Britain: Volume 2, 1100-1400*: 136–167. Cambridge: Cambridge University Press.
- Trost, V. 1986. *Scriptorium : book production in the Middle Ages*. Heidelberg: University of Heidelberg.
- Vihakara, M & Findeisen, W.M. 2012. The digitization and conservation of the National Library of Finland's collection of *Fragmenta membranea*. M.J. Driscoll (toim.) *Care and conservation of manuscript 13: proceedings of the thirteenth international seminar held at the University of Copenhagen, 13th - 15th April 2011 ; 13th International Seminar*

*on the Care and Conservation of Manuscripts: 303–326. Kööpenha-  
mina: Museum Tusculanum Press.*

Vihakara, M. 2012 Keskiaikaisten pergamenttien konservointi ja digitointi.

*Kansalliskirjasto* 2/2012: 33–38.

Watson, R. 2003. *Illuminated Manuscripts and their Makers*. Lontoo: V&A Publications.

### **Internet lähteet**

Agisoft LLC. 2018. Agisoft PhotoScan User Manual Professional Edition, Version 1.4. (Viitattu 10.10.2020).

Fragmenta membranea, <https://fragmenta.kansalliskirjasto.fi/> (Viitattu 22.10.2020).

Stadtbibliothek Nürnberg, Amb. 317.2°, <http://www.nuernberger-hausbuecher.de/> (Viitattu 2.11.2020).

# Liitteet

## Liite 1. Tutkimuksen aineisto

Taulukossa on esitetty tutkimuksen aineistoon kuuluvat pergamenttifragmentit tietoineen.

Aineisto								
Signum	Lehdet	Ajoitus	Alkuperämaa	Lehtiä yhteensä	Paino (g)	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )	Golasattu
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.1	1 ja 6	1201/1400	Ranska	80	15,93	0,13	122,11	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.1	2 ja 5				14,00	0,12	112,19	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.1	70 ja 71				15,56	0,13	116,44	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.1	75 ja 76				16,03	0,13	120,14	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.2	1	1301/1400	?	5	30,33	0,15	202,05	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.2	2				27,48	0,14	192,12	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.2	3				20,35	0,13	155,97	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.2	4				26,80	0,17	157,40	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.4	2	1101/1300	Ranska	6	13,46	0,07	206,88	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.4	3				13,21	0,07	192,97	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.4	5				23,90	0,13	189,08	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.5	1	1101/1215	Ranska?	2	22,62	0,12	185,33	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.5	2				27,60	0,13	218,26	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.6	1 ja 2	1101/1200	?	4	56,48	0,23	244,82	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.6	3				33,78	0,13	262,20	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.6	4				28,55	0,13	222,95	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.7	1	1101/1200	?	1	54,96	0,14	386,56	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.8	2 ja 3	1301/1400	Ranska	20	31,36	0,25	127,38	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.8	4				16,71	0,13	128,72	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.8	5				15,74	0,13	117,39	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.8	6				16,43	0,13	130,99	

Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.9	1	1201/1300	Ranska?	1	19,56	0,14	142,40	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.10	1	1201/1233	Englanti	1	12,79	0,07	196,59	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.11	1 ja 6	1286/1315	Englanti	16	20,84	0,14	151,14	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.11	2 ja 5				17,08	0,13	131,56	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.11	3 ja 4				21,95	0,14	161,62	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.11	12 ja 15				21,26	0,12	171,66	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.13	2 ja 1	1201/1233	Ranska	6	41,48	0,15	269,06	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.13	3				30,99	0,14	220,15	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.13	4				29,70	0,14	207,58	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.13	5 ja 6				44,65	0,24	182,81	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.14	1 ja 2	1234/1266	Ranska	2	16,22	0,13	126,46	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.15	1	1101/1200	?	4	35,40	0,12	298,38	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.15	2				39,80	0,13	297,21	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.15	3				29,82	0,13	232,73	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.15	4				10,53	0,04	253,69	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.16	1	1101/1200	Englanti	2	19,17	0,08	232,67	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.16	2				23,30	0,09	253,90	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.17	1 ja 2	1267/1300	Ranska?	2	53,96	0,24	224,94	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.18	1 ja 4	1267/1300	Ranska	4	7,22	0,07	97,95	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.18	2 ja 3				6,92	0,07	93,21	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.19	1 ja 2	1234/1266	?	1	27,33	0,13	208,98	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.20	1 ja 2	1201/1300	?	2	25,23	0,14	174,98	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.21	1 ja 2	1020/1030	Köln, Saksa	2	40,35	0,16	254,07	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.22	1	1101/1300	Englanti	3	25,25	0,13	189,60	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.22	2				21,31	0,13	163,77	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.22	3				26,28	0,13	198,29	

Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.23	1	1234/1300	Ranska	1	14,23	0,10	145,25	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.24	1	1234/1266	Ranska	2	30,76	0,20	155,22	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.25	1	1301/1333	Ranska?	2	27,90	0,19	147,97	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.27	2 ja 1	1267/1300	Ranska	2	30,25	0,22	140,22	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.29	1 ja 2	1286/1315	Ranska	2	24,10	0,22	109,39	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.30	1 ja 2	1234/1266	Ranska	6	17,46	0,14	125,64	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.30	3 ja 4				22,96	0,15	152,25	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.31	1	1267/1300	Ranska	2	25,91	0,18	146,70	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.32	3 ja 4	1267/1300	Italia?	6	24,25	0,14	174,98	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.33	3 ja 4	1267/1300	Ranska?	23	19,96	0,14	146,37	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.33	5				19,73	0,13	149,59	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.33	12				19,12	0,14	134,78	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.33	17				25,93	0,14	181,32	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.34	1 ja 2	1267/1300	Ranska	2	9,90	0,10	102,59	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.35	1 ja 6	1201/1233	Ranska	6	19,03	0,16	118,49	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.35	2 ja 5				16,94	0,15	111,75	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.35	3 ja 4				19,71	0,15	130,08	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.36	1 ja 2	1301/1333	Ranska?	2	23,81	0,14	171,13	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.37	1 ja 2	1234/1266	Ranska	2	21,55	0,16	137,61	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.38	1 ja 2	1234/1266	Ranska	4	22,73	0,16	146,23	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.39	1 ja 2	1234/1266	Ranska	2	35,08	0,24	146,78	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.40	1 ja 4	1267/1300	Italia?	4	21,90	0,16	137,81	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.40	2 ja 3				16,58	0,11	147,19	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.41	1 ja 4	1267/1300	Ranska?	4	20,88	0,20	105,80	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.41	2 ja 3				25,82	0,20	130,60	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.42	1	1267/1300	Ranska?	3	15,13	0,10	156,10	Kyllä

Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.42	2 ja 3				23,52	0,15	156,03	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.44	1 ja 2	1234/1266	Ranska?	11	18,20	0,15	121,48	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.44	3				7,84	0,06	121,98	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.44	6 ja 7				20,25	0,16	125,73	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.44	8 ja 9				15,85	0,12	127,84	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.45	1 ja 2	1234/1266	Ranska	2	24,05	0,16	148,81	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.46	1 ja 2	1234/1266	Ranska?	2	16,12	0,12	130,78	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.47	1 ja 2	1267/1300	Ranska?	5	21,21	0,15	143,58	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.47	3				18,07	0,13	138,10	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.47	4				17,55	0,13	134,16	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.47	5				18,47	0,13	139,83	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.49	1 ja 2	1234/1266	Ranska	2	20,51	0,14	148,47	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.50	1 ja 2	1267/1300	Ranska	2	23,58	0,14	168,58	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.52	1 ja 4	1167/1200	Ranska?	5	20,81	0,10	212,12	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.52	5				7,91	0,04	210,41	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.53	1 ja 2	1267/1300	Ranska	2	21,80	0,16	133,81	Kyllä

Liite 2. Neliömassat (g/m<sup>2</sup>) suurimmasta pienimpään.

Signum	Sivut	Ajoitus	Alkuperämaa	Neliömassa (g/m <sup>2</sup> )	Glos-sattu
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.7	1	1101/1200	?	386,56	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.15	1	1101/1200	?	298,38	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.15	2	1101/1200	?	297,21	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.13	2 ja 1	1201/1233	Ranska	269,06	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.6	3	1101/1200	?	262,20	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.21	1 ja 2	1020/1030	Köln, Saksa	254,07	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.16	2	1101/1200	Englanti	253,90	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.15	4	1101/1200	?	253,69	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.6	1 ja 2	1101/1200	?	244,82	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.15	3	1101/1200	?	232,73	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.16	1	1101/1200	Englanti	232,67	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.17	1 ja 2	1267/1300	Ranska?	224,94	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.6	4	1101/1200	?	222,95	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.13	3	1201/1233	Ranska	220,15	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.5	2	1101/1215	Ranska?	218,26	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.52	1 ja 4	1167/1200	Ranska?	212,12	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.52	5	1167/1200	Ranska?	210,41	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.19	1 ja 2	1234/1266	?	208,98	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.13	4	1201/1233	Ranska	207,58	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.4	2	1101/1300	Ranska	206,88	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.2	1	1301/1400	?	202,06	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.22	3	1101/1300	Englanti	198,29	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.10	1	1201/1233	Englanti	196,59	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.4	3	1101/1300	Ranska	192,97	



Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.2	2	1301/1400	?	192,12	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.22	1	1101/1300	Englanti	189,60	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.4	5	1101/1300	Ranska	189,08	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.5	1	1101/1215	Ranska?	185,33	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.13	5 ja 6	1201/1233	Ranska	182,81	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.33	17	1267/1300	Ranska?	181,32	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.32	3 ja 4	1267/1300	Italia?	174,98	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.20	1 ja 2	1201/1300	?	174,98	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.11	12 ja 15	1286/1315	Englanti	171,66	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.36	1 ja 2	1301/1333	Ranska?	171,13	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.50	1 ja 2	1267/1300	Ranska	168,58	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.22	2	1101/1300	Englanti	163,77	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.11	3 ja 4	1286/1315	Englanti	161,62	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.2	4	1301/1400	?	157,40	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.42	1	1267/1300	Ranska?	156,10	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.42	2 ja 3	1267/1300	Ranska?	156,03	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.2	3	1301/1400	?	155,97	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.24	1	1234/1266	Ranska	155,22	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.30	3 ja 4	1234/1266	Ranska	152,25	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.11	1 ja 6	1286/1315	Englanti	151,14	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.33	5	1267/1300	Ranska?	149,59	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.45	1 ja 2	1234/1266	Ranska	148,81	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.49	1 ja 2	1234/1266	Ranska	148,47	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.25	1	1301/1333	Ranska?	147,97	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.40	2 ja 3	1267/1300	Italia?	147,19	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.39	1 ja 2	1234/1266	Ranska	146,78	Kyllä

Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.31	1	1267/1300	Ranska	146,70	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.33	3 ja 4	1267/1300	Ranska?	146,37	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.38	1 ja 2	1234/1266	Ranska	146,23	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.23	1	1234/1300	Ranska	145,25	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.47	1 ja 2	1267/1300	Ranska?	143,58	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.9	1	1201/1300	Ranska?	142,40	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.27	2 ja 1	1267/1300	Ranska	140,22	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.47	5	1267/1300	Ranska?	139,83	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.47	3	1267/1300	Ranska?	138,10	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.40	1 ja 4	1267/1300	Italia?	137,81	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.37	1 ja 2	1234/1266	Ranska	137,61	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.33	12	1267/1300	Ranska?	134,78	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.47	4	1267/1300	Ranska?	134,16	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.53	1 ja 2	1267/1300	Ranska	133,81	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.11	2 ja 5	1286/1315	Englanti	131,56	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.8	6	1301/1400	Ranska	130,99	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.46	1 ja 2	1234/1266	Ranska?	130,78	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.41	2 ja 3	1267/1300	Ranska?	130,60	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.35	3 ja 4	1201/1233	Ranska	130,08	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.8	4	1301/1400	Ranska	128,72	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.44	8 ja 9	1234/1266	Ranska?	127,84	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.8	2 ja 3	1301/1400	Ranska	127,38	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.14	1 ja 2	1234/1266	Ranska	126,46	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.44	6 ja 7	1234/1266	Ranska?	125,73	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.30	1 ja 2	1234/1266	Ranska	125,64	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.1	1 ja 6	1201/1400	Ranska	122,11	

Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.44	3	1234/1266	Ranska?	121,98	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.44	1 ja 2	1234/1266	Ranska?	121,48	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.1	75 ja 76	1201/1400	Ranska	120,14	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.35	1 ja 6	1201/1233	Ranska	118,49	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.8	5	1301/1400	Ranska	117,39	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.1	70 ja 71	1201/1400	Ranska	116,44	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.1	2 ja 5	1201/1400	Ranska	112,19	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.35	2 ja 5	1201/1233	Ranska	111,75	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.29	1 ja 2	1286/1315	Ranska	109,39	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.41	1 ja 4	1267/1300	Ranska?	105,80	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.34	1 ja 2	1267/1300	Ranska	102,59	Kyllä
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.18	1 ja 4	1267/1300	Ranska	97,95	
Helsinki, Kansalliskirjasto, F.m.V.BI.18	2 ja 3	1267/1300	Ranska	93,21	

Liite 3. Pergamenttifragmentin neliömassan ( $\text{g/m}^2$ ) suhde sen pinta-alaan ( $\text{m}^2$ ).

